



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA**



**VALORACIÓN ECONÓMICA Y AMBIENTAL DEL RECURSO  
AGUA Y SU COSTO POR METRO CUBICO EN LA RESERVA  
NACIONAL DEL TITICACA SECTOR-RAMIS**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. WILMER CHAIÑA HUARECALLO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRICOLA**

**PUNO - PERÚ**

**2023**



NOMBRE DEL TRABAJO

**VALORACIÓN ECONÓMICA Y AMBIENTAL DEL RECURSO AGUA Y SU COSTO POR METRO CUBICO EN LA RESERVA NACIONAL DEL TITICACA SECTOR-RAMIS**

AUTOR

**WILMER CHAIÑA HUARECALLO**

RECuento DE PALABRAS

**16776 Words**

RECuento DE CARACTERES

**90546 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**81 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**2.6MB**

FECHA DE ENTREGA

**Dec 22, 2023 12:17 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Dec 22, 2023 12:19 PM GMT-5**

● **14% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 14% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

  
-----  
MSc. Percy Arturo Ginez Choque  
DIRECTOR DE ESCUELA  
INGENIERÍA AGRÍCOLA - UNAP

  
  
Dr. D. Ismael Alberto Flores Huaypa  
DIRECTOR UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Resumen



## DEDICATORIA

Agradezco a Dios por otorgarme la existencia, la felicidad de seguir avanzando, la determinación para enfrentar diariamente los desafíos de la vida y por guiarme, permitiéndome disfrutar mis éxitos junto a mis seres queridos.

Quiero dedicar esta tesis con todo mi amor y cariño, a mis padres y me hermana quienes me dieron la oportunidad de formarme junto a sus recomendaciones, consejos y experiencias vividas, para hacer ´ posible el desarrollo de mi tesis hasta finalizarlo.

Chaiña Huarecallo Wilmer



## AGRADECIMIENTO

A la universidad nacional del altiplano, Agradecerles a mis docentes de la Escuela Profesional de Ingeniera Agrícola, quienes con sus enseñanzas brindadas durante mi formación profesional pude lograr el objetivo trazado.

Chaiña Huarecallo Wilmer



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTO</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ÍNDICE DE AGRONIMOS</b>	
<b>RESUMEN .....</b>	<b>13</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCION</b>	
<b>1.1. GENERALIDADES.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>16</b>
1.2.1. Pregunta general.....	18
1.2.2. Preguntas específicas .....	18
<b>1.3. JUSTIFICACION .....</b>	<b>18</b>
<b>1.4. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION .....</b>	<b>19</b>
1.4.1. Hipótesis general.....	19
1.4.2. Hipótesis específicas .....	19
<b>1.5. OBJETIVO .....</b>	<b>20</b>
1.5.1. Objetivo general.....	20
1.5.2. Objetivos específicas.....	20



## CAPÍTULO II

### REVISION DE LITERATURA

<b>2.1.</b>	<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.</b>	<b>MARCO TEORICO .....</b>	<b>24</b>
2.2.1.	Los recursos hídricos y la planificación en bofedales.....	24
2.2.2.	Valoración económica del ambiente .....	26
2.2.3.	Valoración económica de los recursos hídricos .....	27
2.2.4.	El recurso hídrico y la planificación del territorio .....	28
2.2.5.	Recurso hídrico en la región de Puno .....	29
2.2.6.	Servicios ambientales hídricos.....	30
2.2.7.	La función de la valoración económica en la administración del agua ....	31
2.2.8.	Los modelos de elección discreta Logit y Probit .....	31
2.2.9.	Las percepciones ambientales en la valoración .....	33
2.2.10.	Balance hídrico en bofedales .....	34

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>3.1.</b>	<b>ZONA DE ESTUDIO.....</b>	<b>35</b>
<b>3.2.</b>	<b>RESERVA NACIONAL DEL TITICACA.....</b>	<b>36</b>
<b>3.3.</b>	<b>CLIMATOLOGÍA.....</b>	<b>37</b>
<b>3.4.</b>	<b>PLUVIOMETRÍA.....</b>	<b>37</b>
<b>3.5.</b>	<b>HIDROMETRÍA,.....</b>	<b>38</b>
<b>3.6.</b>	<b>USO Y DEMANDA DE AGUA TOTORALES .....</b>	<b>39</b>
<b>3.7.</b>	<b>FLORA Y FAUNA .....</b>	<b>40</b>
<b>3.8.</b>	<b>POBLACION Y MUESTRA.....</b>	<b>40</b>
<b>3.9.</b>	<b>METODOLOGÍA POR OBJETIVOS ESPECIFICOS .....</b>	<b>41</b>



3.9.1. Método de valoración contingente para determinar la DAP .....	41
3.9.2. OE2. Valoración del agua de riego partiendo de la función de producción .....	44

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSION

<b>4.1. APLICACIÓN DEL MÉTODO DE VALORACIÓN CONTINGENTE PARA LA RESERVA NACIONAL DEL TITICACA-SECTOR RAMIS..</b>	<b>45</b>
4.1.1. Estadística descriptiva de las características socioeconómicas.....	45
4.1.2. Estudio de las características socioeconómicas de los usuarios de los totorales .....	47
4.1.3. Aplicación del modelo Probit .....	52
4.1.4. Aplicación del modelo Logit.....	54
4.1.5. Determinación de la DAP a través de los modelos de Probit y Logit.....	56
<b>4.2. EL COSTO DEL AGUA POR METRO CUBICO DE LOS TOTORALES DE LA RNT SECTOR-RAMIS. ....</b>	<b>57</b>
4.2.1. Valor del agua del lago en función de producción de totora .....	57
4.2.2. Análisis estadístico de la función de producción de totora.....	62
4.2.3. Valor del agua en función de sus dosis y precio de totora .....	64
<b>4.3. DISCUSION .....</b>	<b>65</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>68</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>73</b>

**Área:** Ingeniería y tecnología

**Línea:** Recursos hídricos

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 27 de diciembre de 2023



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1	Variables de las características socioeconómicas del usuario de la RNT . 43
Tabla 2	Estadística descriptiva de características socioeconómicas de usuarios ... 46
Tabla 3	Probabilidad de responder SI puede pagar o NO puede pagar ..... 47
Tabla 4	Cantidad voluntario de pago que puede efectuar el usuario de la RNT .... 48
Tabla 5	Variable de rango de edad de los usuarios entrevistados RNT sector Ramis ..... 49
Tabla 6	Genero del entrevistado del usuario de totorales Sector Ramis ..... 49
Tabla 7	Nivel educativo de los usuarios de totorales sector Ramis..... 49
Tabla 8	Ingreso familiar de los jefes de familia de usuarios de totorales sector Ramis ..... 51
Tabla 9	Percepción ambiental de parte de los entrevistados RNT sector Ramis.... 51
Tabla 10	Método: ML - Binary Probit de las características socioeconómicas de los usuarios de los totorales del sector Ramis de la RNT ..... 53
Tabla 11	Método ML - Binary Logit de las características socioeconómicas de los usuarios de los totorales del sector Ramis ..... 54
Tabla 12	Estadísticas descriptivas de la (DAP)..... 56
Tabla 13	Rendimiento de totora considerando la densidad de siembra y la cantidad de agua en la RNT sector Ramis ..... 60
Tabla 14	Valor del agua basado en el costo de producción de totorales secos expresado en soles por tonelada en la región de Ramis. .... 61
Tabla 15	Estadística de regresión de los parámetros de coeficiente de determinación ..... 62
Tabla 16	Análisis de varianza de la regresión múltiple de la producción de totora . 63





Tabla 17	Resultado de los coeficientes de regresión lineal múltiple.....	63
Tabla 18	Valor del agua en función de sus dosis y precio de totora en la RNT sector Ramis.....	64



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1	Ubicación de las estaciones meteorológicas de Ayaviri y Huancané..... 36
Figura 2	Modelo de la probabilidad no lineal de Probit y Logit..... 42
Figura 3	Relación entre el costo del forraje y el valor del agua por cada unidad de volumen. .... 61



## ÍNDICE DE AGRONIMOS

ACR	Áreas de Conservación Regional
ANA	Autoridad Nacional del Agua
ANP	Áreas Naturales Protegidas
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CDB	Convenio de la Diversidad Biológica
CHI	Consumo Humano Indirecto
DAP	Disposición a pagar
DAA	Disposición a aceptar
EC	Excedente del consumidor
EIA-d	Estudios de Impacto Ambiental detallados
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
IIAP	Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana
I+D	Investigación y desarrollo
MEF	Ministerio de Economía y Finanzas
Minagri	Ministerio de Agricultura y Riego
Minem	Ministerio de Energía y Minas
Minsa	Ministerio de Salud
MVCS	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PIA	Presupuesto Institucional de Apertura
PCM	Presidencia del Consejo de Ministros
PBI	Producto Bruto Interno
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales



PNUMA	Programa de las Naciones Para el Medio Ambiente
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
RRSS	Residuos Sólidos
SNGA	Sistema Nacional de Gestión Ambiental



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló a fin tomar las decisiones en la gestión del recurso del humedal de la RNT sector Ramis el objetivo es estimar de qué manera las características socioeconómicas determinan el valor económica y ambiental del recurso agua y su costo por metro cubico en la RNT sector-Ramis. Se ha utilizada el método de valoración contingente empleando los modelos de logit y probit, basados en la DAP y el costo de agua se determinó en base de factores de producción; los resultados obtenidos de las características socioeconómicas de los usuarios si podían pagar 72.40%, y el monto de S/.2.00 podían pagar el 62.80%; el signo que acompaña al precio hipotético es negativo  $X_1(-0.599)$  señalando la relación inversa entre el valor a pagar por la conservación de los totorales y la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta de pago; y el signo que acompaña a la variable ingreso es positivo  $X_5(0.1142)$  explica una relación directa ambas variables para los modelos probit y logit son consistentes con la teoría econométrica los coeficientes de determinación fueron 35.47% (Probit) y 36.34% (Logit).estos valores son relativamente bajas, y de acuerdo a la probabilidad del modelo de  $P \leq 0.01$  existe alta significancia estadística para la variables  $X_1, X_2, X_3, X_4$  y  $X_7$ ; no presenta significancia estadística  $X_5$  y  $X_6$ . La (DAP) de los modelos de Probit y Logit se obtuvieron el valor medio de S/. 4.74 soles por 384 jefes de familia da un valor S/. 1820.16 soles mensuales y anualmente el valor agregado de S/. 21841.92 soles, este monto se utilizaría para el mantenimiento del sistema del humedal.

**Palabras clave:** valoración de servicio ambiental hídrico, costo del agua por metro cubico, Reserva Nacional del Titicaca sector Ramis.



## ABSTRACT

The present research work was developed in order to make decisions in the management of the wetland resource of the RNT Ramis sector. The objective is to estimate how the socioeconomic characteristics determine the economic and environmental value of the water resource and its cost per cubic meter in the RNT sector-Ramis. The contingent valuation method has been used using logit and probit models, based on the DAP and the cost of water was determined based on production factors; The results obtained from the socioeconomic characteristics of the users could pay 72.40%, and the amount of S/.2.00 could pay 62.80%; The sign that accompanies the hypothetical price is negative and the sign that accompanies the income variable is positive These values  $X_5(0.142)$  are relatively low, and according to the model probability of  $P \leq 0.01$  there is high statistical significance for the variables  $X_1, X_2, X_3, X_4$  and  $X_7$ ;  $X_5$  and  $X_6$  do not present statistical significance. The (DAP) of the Probit and Logit models obtained the average value of S/. 4.74 soles for 384 heads of family gives a value of S/. 1820.16 soles monthly and annually the added value of S/. 21841.92 soles, this amount would be used for the maintenance of the wetland system.

**Keywords:** valuation of water environmental service, cost of water per cubic meter, Titicaca National Reserve Ramis sector



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCION

### 1.1. GENERALIDADES

La Reserva Nacional del Titicaca se localiza en las aguas territoriales del Lago Titicaca, con una elevación media de 3,810 m.s.n.m. Su establecimiento se concentra en la preservación de la vida salvaje, el apoyo al progreso socioeconómico regional y a salvaguarda de las costumbres culturales de las comunidades locales. La totalidad de la sección de Perú del Lago Titicaca recibió la designación de Humedal de Importancia Internacional por parte de la Convención Ramsar el 20 de enero de 1997, subrayando su relevancia como hábitat esencial para la flora y fauna.

Con más de la mitad de su extensión en tierras peruanas, el Lago Titicaca abarca 8,600 km<sup>2</sup>. Tres áreas destacadas se encuentran en su interior: el lago Mayor o Chucuito, con una profundidad aproximada de 283 metros; el lago Wiñaymarca, y las costas de Puno. Este lago es alimentado por 5 ríos principales los cuales son: “Ramis, Huancané, Coata, Ilave y Suches”. Su única salida, el río Desaguadero, el cual conlleva tan solo el 9% en total, sin embargo, lo demás se queda. Las aguas del lago mantienen una temperatura que oscila entre 11° y 14° C.

La Reserva Nacional del Titicaca (RNTC) se encuentra en las aguas del lago Titicaca, distribuida en dos sectores sin conexión física:

El sector Ramis abarca 7,030 hectáreas que se sitúa en la provincia de Huancané. Donde hay una zona de totorales y una porción pelágica abarca la margen derecha de los ríos Ramis y Huancané, junto con las lagunas de Yaricoa y Sunuco en la margen izquierda del río Huancané. Por otro lado, el sector Puno, que ocupa 29,150 hectáreas y está ubicado



en la provincia de Puno, incluye una variedad de totorales que se extienden desde la isla Estévez hasta la península de Capachica.

En el lago Titicaca, los humedales son ecosistemas permanentes o efímeros donde se encuentran los hábitats acuáticos y terrestres, y el suelo está altamente saturado de agua, principalmente de precipitaciones. Los humedales son pastos totalmente saturados, y en nuestras regiones altoandinas, los llamados humedales son conocidos localmente como "oqhonaes", donde la fusión de agua y suelo promueve el desarrollo de formas vegetales heterogéneas que les otorgan un alto grado de biodiversidad, representando una biota única.

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El problema de los recursos hídricos en humedales es un problema público común tanto en el país como en otros países. Su carencia relativa amenaza el desarrollo potencial al que puede aspirar en la zona de Puno, por lo que esta carencia se convierte en una importante limitante para renovar el bienestar económico como social de los individuos. Al aumentar estas preocupaciones y sus relaciones, se explican estos factores y su relación en términos de calidad y cantidad de recursos hídricos. Los desafíos básicos de los desafíos sociales son combinar los propósitos de desarrollo y los objetivos de defensa para garantizar el mantenimiento del equilibrio ecológico, y actualmente hay un debilitamiento y frágil. Esto es esencial para mantener el funcionamiento del ecosistema y, por lo tanto, mantener o mejorar el bienestar y servicio del ambiente, especialmente los servicios de agua amigables con el medio ambiente, hacia la población.

El principal problema es que, y con razón, sólo consideran los costes económicos de la prestación del servicio de agua y no incluyen los costos ambientales en los que se debe incurrir para obtener agua en calidad y cantidad socialmente aceptables. Este lento





ritmo ha provocado el despilfarro de agua, el agotamiento de los acuíferos y la degradación de grandes cantidades de aguas superficiales, poniendo en grave riesgo el bienestar de la población y las inversiones económicas realizadas. Los servicios ambientales de agua son uno de los principales mecanismos propuestos para ajustar adecuadamente las tarifas y cobros del agua para impulsar el uso adecuado y la preservación de este recurso.

La evaluación económico-ecológica de este servicio prevé el monto de dinero con el que se inicia el proceso de ajuste de las tarifas de agua, con el fin de buscar la optimización del recurso hídrico para diversos fines sociales con la ayuda del mecanismo de precios. La idea es que los reclamantes reconozcan que están pagando a los reclamantes por los privilegios de los servicios de agua proporcionados por los ecosistemas administrados o de propiedad de los reclamantes. Se basa en el hecho de que estos últimos incurren en costos financieros y de oportunidad para proteger los recursos de sus ecosistemas.

El estudio actual implica una evaluación de los valores ambientales de las aguas en la región de ramis del lago Titicaca. Cabe señalar que hoy en día el lago Titicaca ofrece ciertos servicios que permiten, por ejemplo, observar la naturaleza y cierta interacción con la comunidad local, que en general puede pertenecer al ecoturismo más importante de Sudamérica, que actualmente tiene precios de mercado. Este estudio propone estimar el incremento en el disfrute de estos servicios ambientales debido a la implementación de mejoras que los documentos oficiales sobre la ampliación del RNT consideran importantes para su mejor prestación, como es la población potencial requerida por los vecinos del barrio.



### **1.2.1. Pregunta general**

¿De qué manera las características socioeconómicas determinan el valoración económica y ambiental del recurso agua y su costo por metro cubico en la reserva nacional del Titicaca sector-Ramis?

### **1.2.2. Preguntas específicas**

¿Cuál es la influencia de las características socioeconómicas en la disposición a pagar de parte de los usuarios de los totorales de la reserva nacional del Titicaca sector Ramis?

¿De qué manera determina los factores de producción el valor económico del agua por metro cubico en la producción de totora de la reserva nacional del Titicaca sector Ramis?

## **1.3. JUSTIFICACION**

En el altiplano de Puno, a importancia del recurso hídrico para los desarrollos económicos y sociales es muy importante ya que habrá períodos cortos de sequía durante el período agrícola, como en verano, por lo que esto deben ser tomados en cuenta en las formulaciones de política y convertido en una medida importante. Elementos de decisión en el manejo de cuencas. La capacidad de anticipar cualquier obstáculo de desarrollo hace que el presupuesto del agua sea una poderosa herramienta de orientación para la inversión, la mitigación de riesgos y la promoción de oportunidad económica más rentable.

Por otro lado, los datos económicos acerca de los servicios ambientales de agua aumentan las oportunidades de generación de ingresos, dada la presión del estado para determinar el pago de un servicio ambiental. Además, los precios son un mecanismo de



racionamiento del uso de los recursos sustentado en la teoría económica, por lo que la tarificación de los recursos hídricos puede aumentar el papel de esta herramienta en el uso racional de los recursos. Por las razones expuestas, la justificación de esta investigación se dirige conocer la cantidad de agua en volumen necesaria para producir una tonelada de los productos agrícolas y además es necesario valorar los activos ambientales que una reserva natural.

Los espacios naturales son bienes ambientales que las comunidades quieren preservar porque brindan beneficios tanto a las personas de las comunidades del área rural en las que se ubican como a los habitantes urbanos que los utilizan. Además, se caracterizan por bienes públicos (no excluibilidad y no rivalidad de consumo) y un recurso de libre disponibilidad, que carece de mercado de intercambio y, por tanto, de precios. El desconocimiento de la evaluación de estos recursos puede conducir a su uso excesivo o inadecuado ya la incapacidad de realizar las funciones sociales antes mencionadas.

#### **1.4. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION**

##### **1.4.1. Hipótesis general**

Las características socioeconómicas determinan el valoración económica y ambiental del recurso agua y su costo por metro cubico en la reserva nacional del Titicaca sector-Ramis.

##### **1.4.2. Hipótesis específicas**

Las características socioeconómicas de los usuarios de totorales determinan la disposición a pagar en la reserva nacional del Titicaca sector Ramis



Los factores de producción determinan el costo del agua por metro cubico en la producción de totora de la reserva nacional del Titicaca sector Ramis.

## **1.5. OBJETIVO**

### **1.5.1. Objetivo general**

Estimar la valoración económica y características socioeconómica y ambiental del recurso agua y su costo por metro cubico en la reserva nacional del Titicaca sector-Ramis.

### **1.5.2. Objetivos especificas**

Estimar el valor económico del agua y del servicio hídrico ambiental en función de las características socioeconómicas de los usuarios de los totorales de la reserva nacional del Titicaca sector Ramis.

Evaluar de qué manera los factores de producción influyen en el valor económico del agua por metro cubico en la producción de totora de la reserva nacional del Titicaca sector Ramis.



## CAPÍTULO II

### REVISION DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES

En todo el mundo, la preservación ambiental de los lugares en protección representa una prioridad de bienestar del ser humano (Lachowycz & Jones, 2013; Hartig, Mitchell, De Vries, & Frumkin, 2014), y para los sitios que se perciben como diversidad, el ecoturismo, que afectan la económica y la sociedad (Fischer, 2018). respecto de los humedales del altiplano, como sistemas de totorales acuáticos, La amenaza a la seguridad del agua, como recurso esencial para la vida, impacta directamente en su uso, y en situaciones críticas, puede poner en peligro la supervivencia tanto la fauna y flora, reproducción y la vida de los pobladores de la zona (He, y otros, 2014; Briscoe, 2015; Elleuch, Bouhamed, Elloussaief, & Jaghbir, 2018).

La degradación del agua se atribuye principalmente a las variaciones de los criterios físico-químicos, Es crucial comprender el costo ambiental asociado con el impacto resultante de esta variabilidad (Shortle, 2013). En la Tierra, los lagos naturales representan una importante reserva de agua dulce, en tanto desempeñan un papel fundamental como servicio de habitat al albergar biotopos que fomentan la sinergia entre los organismos y su entorno (Dimitrakopoulos & Troumbis, 2019). principalmente, el Lago Titicaca, con una altitud de aproximadamente 3,810 metros de altura y una extensión de alrededor de 8,167 km<sup>2</sup>, se encuentra en la región del altiplano compartida entre Bolivia y Perú (Hahmenberger, 2003), donde la bahía de Puno centrado como sus atractivos (Paredes & Goniantini, 2016), y La carga residual que se emite debido a un tratamiento deficiente constituye la causa principal de contaminación, afectando incluso a la biota local, como señala Argota (2015).



Aunque es importante analizar las alteraciones fisicoquímicas en la calidad del agua, no es suficiente para evaluar la salud ambiental de la biosfera. Se hace necesario también emplear indicadores biológicos que faciliten la vigilancia y el monitoreo (Aguirre, Rodriguez, & Ospina, 2012) En este contexto, la eficiencia y rapidez de cualquier programa de monitoreo como estrategia clave demanda la implementación de un proyecto de seguimiento biológico que utilice pruebas simples, activo y confiables, especialmente centradas en taxones mayores como los peces. Esto posibilita reducir la complejidad numérica al evaluar los índices de capacidad ambiental en los sistemas acuáticos (Zhang, Liu, Zhang, & Liu, 2015; Mazon, 2016). Asimismo, el análisis de biomarcadores en ictios en el transcurso del tiempo proporciona datos cuantitativos (Hamza, 2014; Ciftci, Ay, & Karayakar, 2015; Abdallah, 2017) por lo tanto; de acuerdo a los determinantes del costo ambiental (Dixit, y otros, 2015).

La anticipación para analizar la calidad del ambiente de los ecosistemas acuáticos a través de un enfoque integral para la combinación de aspectos económicos con datos reales en organismos biomonitores se está convirtiendo en una tendencia para prevenir daños en la salud humana y promover la sostenibilidad ecológica de los cuerpos de agua (Argota, Moreno y Iannacone, 2019). La hipótesis planteada fue la siguiente: Ho: los efluentes de aguas contaminadas por la minería en la cuenca de Ramis se descargan sin tratamiento ambiental. Hi: los efluentes de la cuenca del río Ramis se tratan ambientalmente. El objetivo del estudio fue evaluar la calidad estacional en función del costo ambiental sostenible, incorporando biomarcadores en la zona de Ramis.

Según RNT (2001), Un estudio sobre la biomasa de la caña en la Reserva Nacional del Titicaca reveló los siguientes datos: la cantidad promedio de caña por metros cuadrados fue de 4,56 kg/m<sup>2</sup>, equivalente a 45,6 toneladas por hectárea. Si evaluamos el potencial estimado del 60% al 70% de la superficie cañera, esto corresponde a 17.490



hectáreas. Para el sector RNT Puno es de 797.544 TM en materia verde. Condiciones ambientales favorables para el crecimiento y desarrollo de las cañas Phragmites durante el período de evaluación de este año. Considere el estado del nivel del agua del lago a principios de enero de 2001 3809.0 msnm la elevación más alto de abril corresponde a una altura de 3810.22 m.s.n.m. dentro del transcurso del año, el nivel del agua en la laguna se mantuvo aproximadamente estable, hasta el final del año el nivel del agua en el lago fue de 3809.59 m.s.n.m. cerca de la media histórica.

La RNT (2001), Se señala que, durante los últimos cinco años, la existencia de condiciones medioambientales adversas, marcadas por periodos de precipitación por debajo de la media histórica, ha resultado en niveles del lago en puesto inferior de su cota histórica de 3,810 metros. Esto ha dado lugar a totorales con características emergentes en la Reserva Nacional del Titicaca, afectando su crecimiento y desarrollo.

RNT (2003) identificó los siguientes sectores en su estudio de evaluación de la caña: Uros Balsero en los distritos de Jauira, Titinipata y Ranjamayopata, distritos de Chimú en los distritos de Miyata y Toranipata, consejos de familia Vilca-Charca-Coyla en los diversos sectores; Janiko; y Llachon, se recolectaron un total de 12 muestreos. El método de cuadrante de 01 m se utiliza para vástagos de tubería. Cálculo para el período de monitoreo de tuberías de enero y mes de febrero: la biomasa calculada de tuberías para los 12 muestreos analizados fue de 4,7 kg/m<sup>2</sup>. El dato de biomasa de cada muestra evaluada estuvo directamente relacionado con el número de tallos contados en cada muestra, así, por ejemplo, una muestra con una biomasa de 4 kg/m<sup>2</sup> tenía aprox. 110 a 113 tallos en dos meses, mientras que la muestra con 9 kg/m<sup>2</sup> tuvo aprox. 244 tallos. Asimismo, se obtuvo la siguiente evaluación en dos meses: 147 tallos por metro cuadrado en la muestra, cada tallo se estimó en 221 cm de largo y 1,4 cm de diámetro. La longitud



promedio de los tallos de totora afectados por daño es de 47,5 cm, mientras que los tallos con inflorescencias tienen una longitud promedio de 22,00 cm.

RNT (2003) realizó un relevamiento de evaluación de caña correspondiente a las divisiones del comité Moro y Yanico, recolectando un total de 30 muestras. Utilice el método del cuadrante 0,50 m<sup>2</sup>. Las estimaciones para las muestras de caña en marzo y abril fueron: se estimó 0,6 kg de biomasa de caña con 30 muestras estimadas en 0,50 m<sup>2</sup>, el peso de materia verde por m<sup>2</sup> se estimó en 4,4 kg/m<sup>2</sup>. El peso de muestra más grande registrado es de 5 kg y el peso de muestra más pequeño es de 0,5 kg. Las estimaciones adicionales para el período de dos meses fueron las siguientes: 161 tallos por metro cuadrado de muestra, 108 cm de altura y 0,8 cm de diámetro por tallo estimado por grosor de tallo. El promedio de tallos con inflorescencias fue de 56,20. El peso promedio de totora en materia verde varía entre 19.50Tn/a hasta 144.00 Tn/ha este rango promedio de varios años de observación por lo que el promedio general valido es de 81.75 Tn/ha. (SERNANP, 2020).

## **2.2. MARCO TEORICO**

### **2.2.1. Los recursos hídricos y la planificación en bofedales**

La presencia y cantidad de agua de calidad no solo representan un recurso esencial, sino que también determinan los potenciales de crecimiento económico de las regiones, según indican Reynolds (1997) y Azqueta (1994). Entender estas disponibilidades son esenciales para diseñar estrategias de desarrollo y promover la utilización eficiente de los recursos. La meta principal debe enfocarse en mejorar el bienestar de la población a corto, mediano y largo plazo, además de alcanzar el aprovechamiento sostenible y la preservación de los recursos hídricos en la región.





En la actualidad, la planificación del territorio basada en cuencas hidrográficas está ganando cada vez más impulso. Estas cuencas son los límites naturales que definen el flujo hidrológico y se consideran la unidad fundamental para la planificación del uso del suelo, incluyendo la interrelación con otros recursos como los bosques, así como las decisiones de los propietarios de tierras (Ramakrishna, 1997). Se dice que las elecciones humanas sobre el manejo del cultivo están afectadas por las variables externas, como las políticas que estimulan o desalientan cierto uso del planeta (Castro y Ruben, 1998; Ellis, 1992). Por lo tanto, en un modelo básico de plan, es crucial considerar de manera adecuada tanto estas variables externas como las internas que explican las diversas formas de utilización de los recursos de un sitio específico.

Generalmente, estas cuencas son utilizadas para la modernización de actividades agrícolas y ganaderas. Varias de estas operaciones se llevan a cabo en pendientes frágiles y empinadas, que contribuyen a la degradación del suelo y otros recursos asociados, especialmente en condiciones de alta precipitación pluvial y abundante escorrentía. Este fenómeno es causado por la falta de una política de ordenación del territorio, este fenómeno también conlleva a la expansión urbana en las laderas de las montañas, aumentando significativamente el riesgo de deslizamientos. Este desplazamiento gradual de las formas naturales de uso del suelo tiene diversas consecuencias, incluida la afectación de la capacidad de infiltración del agua en las cuencas, entre otros aspectos (Bushbacher, 1990).

La economía neoclásica cree que la asignación eficiente de recursos solo puede lograrse a través del mercado. Según Azqueta (1994), este flujo indica que en un mercado de competencia perfecta, un conjunto de actores económicos se



unen para producir precios, lo que puede interpretarse como una preferencia por bienes o servicios, mediante una serie de decisiones racionales. Las empresas recopilan esta información y, con este fundamento, estructuran el proceso productivo (Azqueta D. , Valoración Económica de la Calidad Ambiental, 1996)

### **2.2.2. Valoración económica del ambiente**

Azqueta (1994) señala que, para comparar el ambiente con otros aspectos del bienestar social, es esencial expresarlos en una unidad de medida común, generalmente el dinero. La valoración económica desempeña un papel crucial al traducir el valor ambiental (beneficios) a términos monetarios, facilitando así la toma de decisiones. La base teórica de la evaluación económica se encuentra en la teoría del bienestar, que sostiene que el bienestar de las personas no solo depende del consumo de bienes y servicios producidos por el sector privado y el gobierno, sino también de la cantidad y calidad del flujo de bienes y servicios no comerciales proporcionados por los sistemas de recursos naturales y ambientales. Por lo tanto, cualquier cambio en estas bases de recursos resulta en cambios en el bienestar humano.

Según Mendieta (2005), esta teoría parte del supuesto de que las personas conocen sus preferencias y tienen la capacidad de sustituir bienes mercantiles por no mercantiles. La sustitución determina el tipo de cambio (trade-off) entre pares de bienes, lo que la convierte en un concepto central para el valor económico. Una medida de valor basada en la sustituibilidad puede expresarse como la disposición a pagar (WTP), que se define como la disposición de una persona a sustituir el bien o servicio valorado por cualquier otro bien o servicio. En la evaluación del valor económico del medio ambiente, la disposición marginal a pagar representa



la cantidad adicional que una persona está dispuesta a pagar por una unidad adicional de calidad ambiental.

### **2.2.3. Valoración económica de los recursos hídricos**

La valoración económica de los recursos hídricos se refiere al proceso de asignar un valor monetario a los beneficios y servicios proporcionados por el agua. Este enfoque busca cuantificar económicamente los diversos aspectos relacionados con el agua, como su disponibilidad, calidad y capacidad para satisfacer diversas necesidades humanas y ambientales. La valoración económica puede incluir métodos y técnicas que evalúan los beneficios y costos asociados con el uso y gestión del agua, permitiendo tomar decisiones informadas y sostenibles en la asignación de este recurso escaso. Al asignar valores monetarios, se busca reconocer la importancia del agua en términos económicos y fomentar prácticas de uso eficiente y sostenible.

Hay otros usos que, aunque no consumen agua directamente (como la pesca, el turismo y el transporte acuático), requieren recursos de cierta calidad y en cantidad suficiente. Los usos que se le dan al agua, así como sus características hacen que sea un recurso importante y difícil de valorar. (Young, 2005), agrupa estas características en atributos físicos e hidrológicos de la siguiente forma:

Atributos físicos e hidrológicos del agua:

Es móvil: este atributo hace que el agua sea un recurso con alto costo de exclusión, por ello, hacer respetar la exclusión en los derechos de propiedad, que son la base del mercado o de la economía de intercambio, es relativamente difícil y costoso. Su suministro es muy variable: la disponibilidad de agua está más allá del control humano y varía de manera impredecible con el tiempo, el espacio y la



calidad. Es un solvente casi universal: cuando es abundante, proporciona una capacidad económica (privada) para absorber desechos y contaminantes, diluirlos y transportarlos a otro lugar. Existe una fuerte interdependencia entre los usuarios: después de su uso, una parte importante del agua se devuelve al cauce (en agricultura se estima que se devuelve el 50% del agua), generando una externalidad negativa. Los problemas del agua son locales: los cambios en el suministro y la demanda local de agua, así como otros problemas relacionados con los recursos hídricos, a menudo están localizados, por lo que las políticas y estrategias para abordarlos a menudo deben adaptarse a las condiciones locales.

#### **2.2.4. El recurso hídrico y la planificación del territorio**

Es reconocido que las decisiones antropocéntricas sobre el uso de la tierra están influenciadas por variables exógenas, como las políticas que fomentan o desalientan ciertas formas de uso de la tierra (Castro & Ruben, 1998) y (Ellis, 1992). Por lo tanto, en un modelo básico de planificación, es necesario considerar adecuadamente tanto estas variables exógenas como aquellas endógenas que explican las diferentes formas de uso de los recursos en una cuenca específica.

En muchas ocasiones, estas cuencas se destinan al desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas. Muchas de estas operaciones se llevan a cabo en pendientes frágiles y empinadas, lo que contribuye a la degradación del suelo y otros recursos asociados, especialmente en condiciones de alta precipitación pluvial y escorrentía abundante. Este fenómeno se atribuye a la ausencia de políticas efectivas de ordenamiento territorial, lo que también resulta en la dispersión urbana en laderas con un alto riesgo de deslizamientos. Este cambio en



las formas naturales de uso del suelo afecta, entre otras cosas, la capacidad de infiltración de agua en las cuencas (Bushbacher, 1990).

La investigación ha evidenciado que la cobertura boscosa favorece la recarga de acuíferos (Ander, 1991). En contraste, la ausencia de vegetación en las laderas impide la retención hídrica y propicia la ocurrencia de grandes avenidas de agua durante las lluvias (CCT-CINTERPEDS, 1995). Además, las laderas sin bosques facilitan el arrastre de sedimentos hacia las riberas de los ríos, lo que impacta negativamente en su régimen hidrológico (Scherr, Neidecker-Gonzales, & Miranda, 1997).

#### **2.2.5. Recurso hídrico en la región de Puno**

Las relevancias económicas y sociales de los recursos hídricos en el desarrollo del estado, se ha observado aprovechamientos subóptimos de las aguas, lo que ha generado desperdicio y mucha contaminación (Panayotou, 1994; Cruz et al., 1997).

El objetivo es cambiar estos comportamientos sociales cambiándolos para una optimización de los usos del agua y promover la conservación del agua a largo plazo. Hacerlo requiere una mayor comprensión del nivel actual de dependencia económica del agua; la afirmación de que agua es uno de los bienes económicos, que permiten la valoración económica de los recursos; reconocimientos de las importancias de las cubiertas forestales en el abastecimiento de agua; o la política de la oportunidad.

La tendencia es que si continúan los subsidios ambientales para el agua (porque no hay un precio fijo), como ha ocurrido hasta ahora, pueden surgir problemas en términos de disponibilidad forestal y productividad forestal, eventos



que pueden conducir a una disminución en la cantidad y calidad del agua, con consecuencias económicas para la sociedad. En este sentido, es imperativo restablecer la conexión perdida entre la escasez y el precio, especialmente en el caso del agua, que históricamente ha sido subsidiada, careciendo de un precio que refleje adecuadamente su verdadera escasez (Wardford, Cruz, & Munasinghe, 1997). La legislación vigente sobre biodiversidad destaca la importancia de incorporar mecanismos que impulsen la integración de variables ambientales en la evaluación y toma de decisiones de proyectos. Entre estos mecanismos se destaca el reconocimiento del servicio ambiental hídrico como parte de las tarifas aplicadas a diversos usuarios, enfatizando la necesidad de su implementación por parte de los diferentes usuarios (Ministerio del Ambiente, 2015) y (Molina, 1996).

#### **2.2.6. Servicios ambientales hídricos**

Los servicios ambientales hídricos se refieren a las capacidades del ecosistema boscoso para la captación de aguas y el mantenimiento de las ofertas hídricas a las sociedades (Costanza et al., 1998). Los bosques desempeñan un papel crucial al proporcionar beneficios continuos y permanentes a la población mediante flujos constantes de aguas. Es fundamental no solamente el reconocimiento, sino también valorar y remunerar los servicios ambientales forestales. Se ha observado que las áreas de las cuencas con grandes coberturas boscosas favorecen a los volúmenes de recargas de los subsuelos (Heuvelodop et al., 1986; Reynolds, 1997). La existencia del bosque contribuye a retener agua al facilitar una mayor y mejor infiltración a través de sus sistemas radiculares, lo que reduce la esorrentía superficial (Ander, 1991).

### **2.2.7. La función de la valoración económica en la administración del agua**

Evaluar los valores económicos del agua indica escasez relativa, por lo que la gestión integrada de cuencas hidrográficas debe evaluar el beneficio o el valor de la disposición de agua. Como se mencionó, las teorías económicas sostienen que para lograr las asignaciones eficientes de un recurso escaso entre diverso sector o uso, es esencial comprender el valor y las ganancias generadas por cada sector. En ausencia o ineficiencia de los mercados, las decisiones económicas requieren métodos de valoración de recursos para evaluar la asignación de recursos.

### **2.2.8. Los modelos de elección discreta Logit y Probit**

Medina (2003) señala que la utilización de una fórmula que muestra una de las funciones de distribución asegura que los resultados de las estimaciones estén limitados a cero y uno. Entre cada posible alternativa, las más comunes son las funciones de distribuciones logísticas, a través del modelo Logit, y al modelo Probit. Ambos modelos, Logit y Probit, establecen una relación entre las variables endógenas  $Y_i$  y cada variable explicativa  $X_{ki}$  mediante una función de distribución.

$$Y_i = \frac{1}{1 + e^{-\alpha - \beta_k X_{ki}}} + \varepsilon_i = \frac{e^{\alpha + \beta_k X_{ki}}}{1 + e^{\alpha + \beta_k X_{ki}}} + \varepsilon_i$$

En el modelo Probit, se emplea la función de distribución de la normal tipificada para especificar la relación, quedando el modelo definido mediante la siguiente expresión:



$$Y_i = \int_{-\infty}^{\alpha + \beta X_i} \frac{1}{(2\pi)^{1/2}} e^{-\frac{s^2}{2}} ds + \varepsilon_i$$

La variable "s" es una variable ficticia integral con una media de cero y una varianza de uno. Debido a la similitud entre las curvas normal y logísticas estandarizadas, los resultados estimados de ambos modelos no difieren significativamente, ya que la diferencia es funcional. Esto se debe a la complejidad de las funciones de distribución normal y logística, siendo la primera calculada mediante una integral. La baja complejidad administrativa del modelo logit facilita su aplicación en la mayoría de los estudios empíricos.

Así como en el modelo de probabilidad lineal, el modelo Logit también puede interpretarse como una medida de probabilidad, representando la probabilidad de que ocurra el evento en estudio ( $Y_i=1$ ). En relación con la interpretación de los parámetros estimados en el modelo Logit, su signo señala la dirección en la que se desplaza la probabilidad a medida que aumenta la variable explicativa correspondiente. Sin embargo, es importante destacar que la magnitud del cambio en la probabilidad no está reflejada directamente en el número de parámetros, a diferencia de lo que ocurre en el modelo de probabilidad lineal (MLP). En el contexto de los modelos Logit, se asume una relación no lineal entre las variables explicativas y la probabilidad de que ocurra un evento. Esto implica que un aumento de una unidad en la variable explicativa no genera incrementos uniformes en la probabilidad, ya que dichos incrementos dependen del nivel original de la variable (Medina, 2003).





### **2.2.9. Las percepciones ambientales en la valoración**

La percepción y los conocimientos de la gente acerca de las biodiversidades y el medio ambiente son su conjunto de determinación de cómo se gestionan y conservan dichos recursos. Tal motivación, viene a ser imprescindible conocer, entender y valorar (Ruiz-Mallen, 2009).

El procedimiento para la formación de una percepción acerca del ambiente involucra tanto las experiencias directas mediante los sentidos como informaciones indirectas que se obtienen de diversas fuentes, como otros individuos, medio de comunicaciones y divulgaciones científicas. Las percepciones ambientales se ven influenciadas por cada característica individual como el valor, la actitud y las personalidades, también están condicionadas por el factor económico y social (Daltabuit, Vargas, Santillan y Cisnero, 1994). Las percepciones ambientales se refieren al proceso mediante el cual comprendemos nuestros entornos físicos inmediatos a través de los sentidos. Los conocimientos ambientales comprenden la capacidad de almacenamiento, organización y reconstrucción mentalmente de una imagen y característica del entorno que no están directamente visible en el momento presente. Las actitudes ambientales se refieren al sentimiento favorable o desfavorable que los individuos experimentan en la característica de los entornos físicos (Holahan, 2002).



### **2.2.10. Balance hídrico en bofedales**

La medición cuantitativamente de los ingresos y salidas de las aguas en los ciclos hidrológicos se realizan mediante el uso de la ecuación general de los balances hídricos, que constituyen la base para la determinación de las ofertas hídricas en una cuenca (Reynolds, 1997). Se puede decir que todas las recargas provienen de las porciones de agua que se filtra en los suelos y no es absorbidas por la vegetación, penetrando más profundamente. La carga y el rendimiento del fregadero dependen de las condiciones de lluvia. Durante el año hidrológico, el nivel de las aguas subterráneas y superficiales en los acuíferos y drenajes fluctúa continuamente. Se puede calcular este elemento de la siguiente manera, según lo indicado por Lee (1980).



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

El sector Ramis del lago Titicaca y la laguna Arapa, que abarca una superficie de 7,030 hectáreas, está ubicado en las provincias de Huancane y Taraco, en la provincia de Puno. Esta área forma parte de la Reserva Nacional del lago Titicaca y comprende la margen izquierda del estero de Ramis, así como las lagunas Sunuco y Yaricoa. Por otro lado, la laguna de Arapa se encuentra al norte del lago Titicaca, cerca de la desembocadura del río Ramis, convirtiéndose en una extensión del lago Titicaca cuando el nivel del agua aumenta durante la temporada de lluvias. Los humedales de Ramis y Arapa están compuestos por juncos y cuerpos de agua rodeados de áreas agrícolas. El nivel del agua experimenta un incremento de aproximadamente un metro, alcanzando su punto más alto entre los meses de noviembre y marzo. Estos humedales son fundamentales para la pesca y también son escenario de importantes actividades turísticas. En el lago Titicaca, se han implementado diversos proyectos a lo largo del tiempo, destacándose los de Aparicio (1976), Canales (1992) y Velarde (1998).

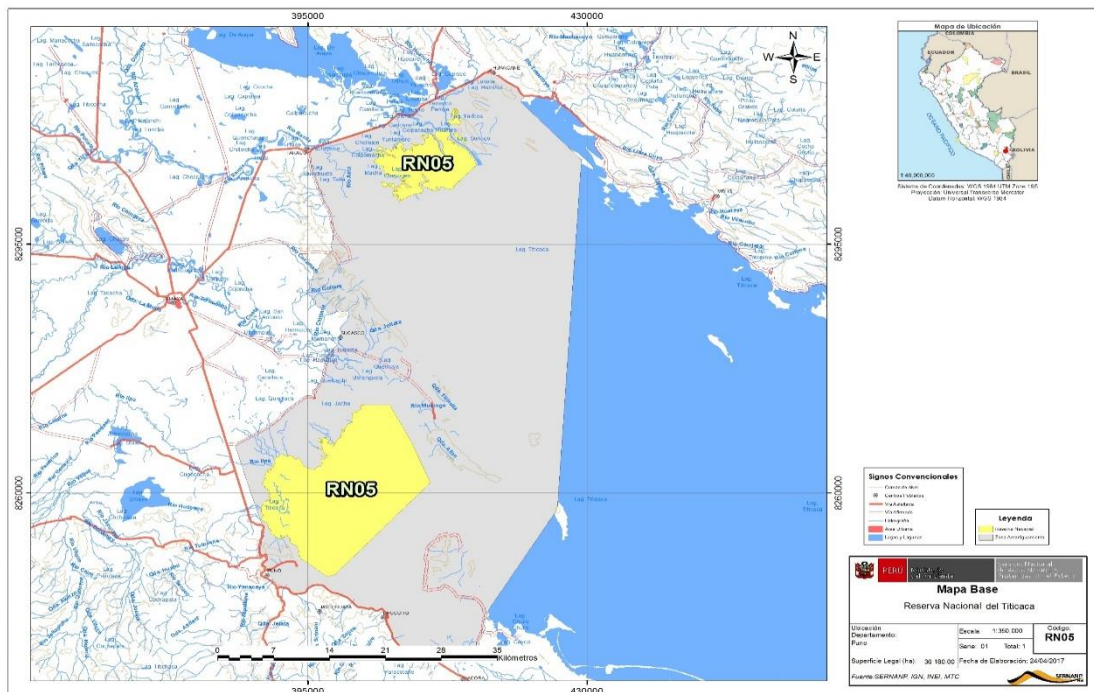
Las investigaciones se llevarán a cabo en las tierras altas de la región de Puno, ubicadas a una altitud superior a los 3.825 metros sobre el nivel del mar. Estas áreas de interés se encuentran principalmente en las zonas planas y colinas suaves en las orillas del lago Titicaca. En términos generales, estas áreas representan las zonas rurales más densamente pobladas y se caracterizan por paisajes altamente fragmentados, dimensiones variables, altos niveles de pobreza y una baja productividad de la tierra. Esta última característica está especialmente vinculada al nivel básico de tecnología agrícola.

### 3.2. RESERVA NACIONAL DEL TITICACA

Está localizada en las aguas continentales del lago Titicaca, con una elevación promedio de 3810 metros. Su misión principal es salvaguardar las vidas silvestres, respaldar los progresos socioeconómicos de la región y conservar la tradición cultural de las comunidades que viven en las proximidades del lago.

#### Figura 1

*Ubicación de las estaciones meteorológicas de Ayaviri y Huancané*



El 20 de enero de 1997, la Convención Ramsar reconoció toda la porción peruana del lago Titicaca como un humedal de importancia internacional, especialmente por ser un hábitat crucial para aves acuáticas. Este humedal abarca una extensión de casi 8.600 kilómetros cuadrados, y más de la mitad de las aguas del lago Titicaca se encuentran en territorio peruano. En su interior, se han establecido tres áreas distintas: el Lago Mayor o Chucuito (con una profundidad máxima de 283 metros), el Lago Menor o Viñamarca y

el Golfo de Puno. El lago cuenta con cinco afluentes principales: Ramis, Huancane, Coata, Ilav y Suches. Únicamente el 9% del agua del lago se descarga a través del río Desaguadero, mientras que el resto se pierde por evaporación. La temperatura del agua oscila entre 11°C y 14°C.

RNTC se segmenta en dos áreas que no tienen conexión física con las aguas del lago Titicaca. En primer lugar, la Zona de Ramis, con una extensión de 7.030 hectáreas en la provincia de Huancane, incluye las áreas de caña y la parte alta central, así como las lagunas Yarikoa y Sunuco en la margen izquierda del río Huancane. En segundo lugar, el Área de Puno, abarcando 29.150 hectáreas en la provincia de Puno, comprende varias zonas de tubería entre la Isla Esteve y la Península de Capa Chica. Parte de las islas flotantes de los Uros se encuentran tierra adentro, mientras que otras están adyacentes al RNTC, algunas de las cuales están abiertas para recibir visitantes, mientras que otras se utilizan como áreas de residencia.

### **3.3. CLIMATOLOGÍA**

La temperatura media anual en la cuenca del río Ramis presenta una variación espacial de 3 °C a 11 °C, con una temperatura máxima que oscila entre 8,5 °C y 17 °C, y una temperatura mínima que va desde -4 °C a 6 °C. La humedad relativa media anual varía entre el 44% y el 63%. En cuanto a la evaporación total media anual, se sitúa en un rango de 400 mm a 2000 mm. La velocidad media anual del viento varía desde 2 m/s hasta 18 m/s, y la variación de horas de sol media anual se encuentra comprendida entre 6.46 horas y 7.06 horas, respectivamente. (ANA, 2019).

### **3.4. PLUVIOMETRÍA**

Según ANA (2019), la caracterización del régimen de precipitación anual en cuencas y subcuencas se basó en el análisis de datos de treinta y dos (32) estaciones



meteorológicas. Se llevaron a cabo diagnósticos generales de la red de estaciones y se evaluó la disponibilidad de datos históricos. Los registros de precipitación mensual histórica se consideraron consistentes, uniformes y confiables con una probabilidad de confianza del 95%, lo que permitió completar y extender los datos al período comprendido entre 1956 y 2018. Además, se utilizó una distribución normal para analizar los datos de precipitación anual.

En el estudio, se examinó la correlación entre la precipitación y la altitud, y los resultados indicaron que no existe una correlación significativa entre estas variables. También se determinó la cantidad real de precipitación en la cuenca del río Ramis y en unidades hidrológicas menores, información esencial para el desarrollo de modelos hidrológicos en la cuenca de estudio.

### **3.5. HIDROMETRÍA**

Según ANA (2019), se llevó a la descripción de los patrones anuales de cada caudal medio en las cuencas del río Ramis, haciendo uso de datos de descargas mensuales promedio de las estaciones Puente Ramis, Puente Azángaro y Puente Ayaviri. El resultado señaló que los caudales de forma mensual histórico son coherentes y fiables con una probabilidad del 95%. Además, se amplió y completó la información abarcando el período común de 1956 a 2018.

Se realizó un análisis de distribuciones normales de datos para determinar la oferta hídrica histórica en la cuenca del río Ramis, abarcando años hidrológicos clasificados como medio, seco y húmedo, así como al 75% de persistencias. Asimismo, se generaron una curva de duración para el caudal mensual en cada estación hidrométrica del Puente Ramis, Puente ubicado en la provincia Azángaro y Puente localizado en la provincia Ayaviri.



En relación con los caudales medios al año de las cuencas del río Ramis, se presentan variaciones en años secos, normales, húmedos, valores medios históricos y al 75% de persistencia, siendo 43,76, 74,47, 101,82, 73,62 y 47,96 m<sup>3</sup>/s, respectivamente. Los correspondientes caudales anuales son 1365, 321, 2321, 2321, 2231,09 y 1494,37 hm<sup>3</sup>, respectivamente. Cabe destacar que los caudales mínimos mensuales promedio históricos registrado en las cuencas fueron de 2,52 metros cúbicos por segundo, observado en noviembre de 1983, mientras que los caudales máximos promedios mensuales fueron de 431.96 metros cúbicos por segundo, registrado en febrero de 1971.

### **3.6. USO Y DEMANDA DE AGUA TOTORALES**

Los balances hídricos de las cuencas del río Ramis, se determinaron las demandas de aguas destinadas para la producción de tubería, y se evaluó el caudal ecológico del río como un indicador de referencia. La demanda total de agua actual en el río Ramis asciende a 400.477 hm<sup>3</sup>. De este total, el consumo de agua agrícola se cifra en 115.530 hm<sup>3</sup>, mientras que el consumo de agua ecológica se estima en 284.947 hm<sup>3</sup>.

A nivel de la unidad hidrológica 4, se registran los siguientes consumos: el consumo de las aguas agrícolas en las cuencas del río Azángaro es de 44.189 hm<sup>3</sup>, mientras que el consumo de agua ecológica es de 174.833 hm<sup>3</sup>. En el río Pucara, el consumo de agua agrícola se sitúa en 71.341 hm<sup>3</sup>, y el consumo de agua ecológica es de 284.947 hm<sup>3</sup>, representando este último valor los caudales ecológicos totales del río Ramis.

El cálculo del caudal ecológico se realiza utilizando el 12% del caudal medio mensual, en contraposición a la Resolución Presidencial n. 267-2019-ANA, ya que el valor del caudal ecológico obtenido con este último método es excesivamente alto y no reflejan las realidades de los ríos. En el modelado hidrológico y balance hídrico, no se ha



tenido en cuenta los usos poblacionales ni los usos mineros. Esto se debe a que el uso poblacional es mínimo e insignificantes en las cuencas, y el uso minero, al ser no consuntivos, implican que los recursos hídricos se utilizan para la operación minera y, después de su uso, las agua retornan a los cauces de los ríos (ANA, 2019).

### **3.7. FLORA Y FAUNA**

En la reserva se han identificado 159 especies animales, que incluyen 15 variedades de mamífero, 105 variedades de aves, nueve variedades de anfibios, cuatro variedades de reptiles y más de 26 especies de peces. Entre la fauna más destacada se encuentran aves como las Rollandias micropteras, Fulicas ardesiacas, Gallinulas chloropus, Phoenicopterus chilensis y anátidas.

Dentro de los anfibios, resaltan las ranas gigantes del Titicaca, conocidas como los kellis o huankeles (*Telmatobius culeus*), una de las especies endémicas cuyo ambiente principal se encuentra en la profundidad del lago. Las ictiofaunas nativas Lago presenta especies que están en amenaza como las bogas (*Orestias pentlandii*), los suches (*Trichomycterus rivulatus*) y los mauris (*Trichomycterus dispar*).

En total, se han registrado 171 especies de plantas en el territorio de la RNT y sus alrededores. Una de las plantas más destacadas es la tórtola (*Schoenoplectus tatora*). Ambas áreas de la reserva cubren aproximadamente 27,600 hectáreas de totorales.

### **3.8. POBLACION Y MUESTRA**

En la RNT, la población total es de 214,245 habitantes. Se ha considerado el 10% de esta población, es decir, 21,425 habitantes. Aplicando la fórmula de muestreo y considerando como margen de error del 5% y nivel de confianza del 95%, se tiene una muestra de 384 jefes de familia para la realización de cuestionarios.



### 3.9. METODOLOGÍA POR OBJETIVOS ESPECIFICOS

#### 3.9.1. Método de valoración contingente para determinar la DAP

Desde el punto de vista ambiental, los humedales y sus componentes, incluyendo las aguas, están experimentando degradación. El desarrollo económico, ya sea excesivo o insuficiente, según Machin (2006), se identifica como una de las razones del deterioro del medio ambiente y los recursos naturales. Además, factores como el crecimiento de la población, la expansión de los asentamientos humanos y la industrialización contribuyen a una creciente contaminación en los aspectos físico-naturales.

El Plan de Ordenamiento Territorial (POT) destaca la expansión física de los distritos y el crecimiento exponencial de las poblaciones en la zona de estudio como elementos preocupantes. El diagnóstico del POT advierte sobre diversas actividades que ponen en riesgo el humedal, como el vertimiento de aguas domiciliarias y comerciales, la disposición de basura y escombros, la presencia de animales domésticos en las reservas y el robo de fauna silvestre. Estos factores amenazan la salud y sostenibilidad de los humedales en la región.

El método de valoración contingente, según Mendieta (2005), determina las disposiciones a pagar (DAP) mediante el uso de una distribución probabilística como los modelos logit y probit. Después, se calculará los valores agregados en función a la cantidad de consumidores. La ecuación probabilística para el modelo Logit se expresa como:

$$Y_i = \frac{1}{1+e^{-\alpha-\beta_k X_{ki}}} + \varepsilon_i = \frac{e^{\alpha+\beta_k X_{ki}}}{1+e^{\alpha+\beta_k X_{ki}}} + \varepsilon_i$$

Ecuación de Logit

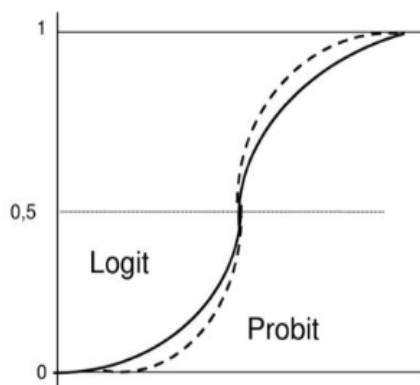
En el modelo Probit la cual esta especificada a través de las expresiones probabilísticas:

$$Y_i = \int_{-\infty}^{\alpha+\beta X_i} \frac{1}{(2\pi)^{1/2}} e^{-\frac{s^2}{2}} ds + \varepsilon_i$$

Ecuación de probit

## Figura 2

Modelo de la probabilidad no lineal de Probit y Logit



### Modelo Probit

$$Y_i = \int_{-\infty}^{\alpha+\beta X_i} \frac{1}{(2\pi)^{1/2}} e^{-\frac{s^2}{2}} ds + u_i$$

### Modelo Logit

$$Y_i = \frac{1}{1+e^{-\alpha-\beta_k X_{ki}}} + u_i = \frac{e^{\alpha+\beta_k X_{ki}}}{1+e^{\alpha+\beta_k X_{ki}}} + u_i$$

Para lo cual se ha planteado la siguiente hipótesis estadística:

$$H_0 : \beta_i = 0; \text{ y } H_a : \beta_i \neq 0$$

La variable socioeconómica tenidas en cuenta son aquellas que se encuentran detalladas en el cuadro 3, abarcando variables binarias, categóricas y continuas. La ecuación de relación empleada para la implementación de los modelos es la siguiente:

$$Z = \alpha \pm \beta_1 EDA \pm \beta_2 EDU \pm \beta_3 GEN \pm \beta_4 ING \pm \beta_5 PREC \pm \beta_6 PAM \pm \beta_7 TAH$$

Se ha formula la siguiente hipótesis estadística:

$$H_0 : \beta_i = 0; \text{ y } H_a : \beta_i \neq 0$$

modelo de tipo Logit y probit, y para estimar sus parámetros con variables binarios son:

$$Prob = P(SI) = \frac{e^Z}{1+e^Z} \quad \text{O} \quad Prob = P(SI) = \frac{1}{1+e^{-Z}} \quad \text{Ecuación de Logit}$$

$$Y_i = \int_{-\infty}^{\alpha+\beta X_i} \frac{1}{(2\pi)^{1/2}} e^{-\frac{s^2}{2}} ds + \varepsilon_i \quad \text{Ecuación de Probit}$$

**Tabla 1***Variables de las características socioeconómicas del usuario de la RNT*

Variable	Representación	Explicación	Categorizaciones de variables
Y	Probabilidad de responder SI o No (PSI)	Una variable dependiente binaria que indica la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta sobre la disposición a pagar.	1=Si los usuarios responden positivamente a la pregunta de DAP, 0=Si tiene respuesta negativa
X <sub>1</sub>	Precio hipotético a pagar (PREC)	Una variable independiente que adquiere el valor de la tarifa consultada para acceder a los beneficios del programa de recuperación y conservación.	Numero entero (1, 2, 3, 4 y 5 nuevos soles)
X <sub>2</sub>	Edad (EDA)	Una variable independiente categórica ordenada que refleja la edad en años del encuestado	1 = < de 20 años 2= 21 -35 años 3 = 36 – 45 años 4 = 46 – 55 años 5= mayores a 56 años
X <sub>3</sub>	Genero (GEN)	Variable independiente binaria que representa el género del entrevistado	1= Si es hombre, 0= Si es mujer.
X <sub>4</sub>	Educación (EDU)	Variable independiente categórica ordenada que representa el nivel educativo del entrevistado	1= Primaria completa, 2=Secundaria completa, 3=Superior universitaria, 4=Postgrado
X <sub>5</sub>	Ingreso familiar (ING)	Variable independiente categórica ordenada que representa el ingreso mensual total del jefe de familia o encargado del hogar	1=Menores de S/.500 ; 2=S/. 501-2500; 3=S/. 2501-3500 ; 4= Mayores a S/.3501
X <sub>6</sub>	Tamaño del Hogar (TAH)	Variable independiente discreta que representa el tamaño del hogar del entrevistado	Numero entero (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)
X <sub>7</sub>	Percepción Ambiental (PAM)	Variable independiente binaria que representa la percepción del grado de deterioro del PNMF	0= Si considera no deteriorado, 1=Si considera deteriorado y muy deteriorado

**Fuente:** (Mendieta, 2005), (Tudela, W., 2012) y (Flores, 2006)

La información socioeconómica se recopiló mediante la aplicación de cuestionarios de encuestas previamente diseñados con el fin de obtener las características socioeconómicas.



### 3.9.2. OE2. Valoración del agua de riego partiendo de la función de producción

La evaluación del agua de riego se basa en la función de producción. y el procedimiento es la siguiente:

$$Q = \beta + \beta_1 A + \beta_2 D + \beta_3 A^2 + \varepsilon$$

Se evaluará  $r^2$  y  $r$  y el signo respectivo de los parámetros de la ecuación

$q$  = Producción de la totora, toneladas por hectárea

$A$  = Dosis de agua de riego, en metros cúbicos por hectárea,

$D$  = Densidad de plantación, en plantas por metro cuadrado

$\varepsilon$  = Error estocástico a igualar el costo marginal, Es decir

Para calcular el valor del agua para ese año, se procede a derivar la función con respecto a la dosis de agua, lo que implica igualar el costo marginal al ingreso marginal. En otras palabras, partiendo de:

$$I = p \cdot q$$

$I$  = Ingreso

$P$  = precio de la cosecha

$q$  = cantidad (producción de la cosecha)

$$I = p \cdot (\beta + \beta_1 A + \beta_2 D + \beta_3 A^2)$$

La obtención del beneficio máximo se logra cuando se cumple la condición de que el beneficio marginal es igual al costo marginal. Por ende, el ingreso marginal con respecto al agua... será  $dI/dA$ .

$$dI/dA = p \cdot (dq/dA)$$



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### 4.1. APLICACIÓN DEL MÉTODO DE VALORACIÓN CONTINGENTE PARA LA RESERVA NACIONAL DEL TITICACA-SECTOR RAMIS

El método de valoración contingente se emplea en este trabajo con el propósito de evaluar los beneficios de mejoras ambientales, determinando las cantidades monetarias que los potenciales beneficiarios estarían dispuestos a pagar (DAP). Asimismo, se utiliza para valorar los costos derivados de un daño ambiental, expresando las cantidades de dinero que los individuos estarán preparados a aceptar como una compensación (DAA) por las pérdidas ambientales. Este enfoque implica la creación de un mercado hipotético, donde los usuarios o encuestados tienen la oportunidad de expresar su DAP o DAA en respuesta a cambios en la disponibilidad de recursos ambientales, dentro de un contexto específico. Para llevar a cabo este proceso, se evalúan las principales características socioeconómicas de los usuarios de los totorales en la zona de estudio.

Las características socioeconómicas de los usuarios fueron evaluadas, seguido de la determinación de un precio hipotético para el valor de uso en el marco de la conservación sostenible de la reserva en el sector Ramis. Los resultados se obtuvieron a través de las aplicaciones de los métodos de valoración contingentes utilizando las distribuciones de probabilidad de Logit y Probit. Se recolectaron un total de 384 encuestas de los jefes de familia en el sector Ramis para llevar a cabo este análisis.

##### 4.1.1. Estadística descriptiva de las características socioeconómicas

Los resultados del Censo Nacional 2017, llevado a cabo por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), indicaron que el departamento de

Puno tenía una población total de 1 millón 172 mil 697 habitantes. En comparación con el censo del año 2007, se registró una disminución de 95 mil 744 habitantes, según datos proporcionados por la Oficina de Estadística de Puno (OSEL) en el año 2020.

**Tabla 2**

*Estadística descriptiva de características socioeconómicas de usuarios*

descriptiva	Probabilidad. SI o NO	Precio hipotético.	Edad	Genero	Nivel educativo.	Ingreso. familiar	Tamaño hogar	Percepción. ambiental
Media	0.7240	2.9766	1.8255	0.6432	3.1849	2.5807	3.5339	0.6120
Mediana	1.0000	2.0000	2.0000	1.0000	3.0000	3.0000	4.0000	1.0000
D. Estándar	0.4476	1.3794	0.8197	0.4797	0.9747	0.8843	1.1534	0.4879
Mínimo	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Máximo	1.0000	6.0000	4.0000	1.0000	5.0000	4.0000	7.0000	1.0000

En las provincias con una mayor población rural, la pobreza se manifiesta de manera más acentuada. En Carabaya, el 70,0% de la población vive en extrema pobreza, seguido de Moho (65,6%), Huancané (60,3%) y Azángaro (60,2%). Por otro lado, en las provincias con una mayor población urbana, como Juliaca y Puno, la proporción de personas en situación de pobreza extrema es menor, dado que cuentan con mejores condiciones socioeconómicas. La distribución de género en el departamento mostró una proporción casi equitativa entre hombres y mujeres, representando el 49,3% y el 50,7% del total, respectivamente. La mayor proporción de la población se encuentra en el grupo de edad adulta.

Al comparar los censos de 2017 y 2007, se observa una disminución en la población de 0 a 29 años. En cambio, el grupo de 30 a 34 años muestra un incremento progresivo tanto en hombres como en mujeres, indicando un aumento en la población en

edad laboral. El grupo de 50 a 54 años presenta un ligero aumento en comparación con otros grupos, tanto para hombres como para mujeres, según datos proporcionados por la Oficina de Estadística de Puno (OSEL) en 2020.

#### 4.1.2. Estudio de las características socioeconómicas de los usuarios de los totorales

**Tabla 3**

*Probabilidad de responder SI puede pagar o NO puede pagar*

Probabilidad	Frecuencia	Porcentaje (%)
No puede pagar (0)	106	27.60 %
Si puede pagar (1)	278	72.40 %
Total	384	100.00 %

Se observó que el 72,40% de la población que respondió "sí" y el 27,60% de los 384 hogares encuestados no pudieron pagar. Esta situación podría deberse a la falta de comprensión por parte de los habitantes de la ciudad de Puno acerca de la importancia de la protección ambiental. Es decir, existe una falta de conciencia y comprensión sobre la responsabilidad individual en la protección ambiental, así como un desconocimiento de la institución que lidera los planes de manejo ambiental.

Por otro lado, Barrantes y Flores (2013) realizaron encuestas a usuarios y emplearon modelos de regresión múltiple de tipo binario, como Logit y Probit. Según sus resultados, el 65,6% de los 180 usuarios encuestados estaban dispuestos a pagar, mientras que el 34,40% de los encuestados que habitaban en la microcuenca manifestaron no estar dispuestos a pagar por la conservación de los recursos hídricos y ambientales. Esta actitud podría atribuirse probablemente al

desconocimiento del servicio ambiental proporcionado por los ecosistemas en beneficio del medio ambiente.

**Tabla 4**

*Cantidad voluntario de pago que puede efectuar el usuario de la RNT*

	Frecuencia	Porcentaje (%)
1.00 soles	1	.3.00%
2.00 soles	241	62.80%
4.00 soles	78	20.30%
5.00 soles	35	9.10%
6.00 soles	29	7.60%
Total	384	100.00%

El estudio evaluó diversos precios hipotéticos, como S/.1.00, S/.2.00, S/.3.00, S/.4.00, S/.5.00 y S/.6.00. De los resultados, se observa que un 3% de los 384 jefes de familia están dispuestos a pagar S/.1.00, mientras que un significativo 62.80% están dispuestos a pagar S/.2.00. Los demás datos están distribuidos de manera homogénea, como se muestra en la tabla 5.

La disposición a pagar de los beneficiarios de la microcuenca implica la cantidad monetaria que los habitantes están dispuestos a pagar mensualmente para asegurar la sostenibilidad en el manejo de los recursos hídricos en el ecosistema de bofedales. Según estudios anteriores, un porcentaje mayor de personas (28.90%) está dispuesto a pagar la cantidad de S/.3.00, y aquellos dispuestos a pagar S/.5.00 representan el 10.00%, siendo este el menor porcentaje en la encuesta (Pérez y González, 2001).



**Tabla 5***Variable de rango de edad de los usuarios entrevistados RNT sector Ramis}*

Rango de edades	Frecuencia	(%)
menor de 20 años	1	0.30%
21 a 30 años	140	36.50%
31 a 40 años	193	50.30%
41 a 50 años	25	6.50%
51 a 60 años	25	6.50%
Total	384	100.00%

El rango de edad predominante entre los habitantes del sector Ramis abarca de 20 a 60 años. El grupo de mayor porcentaje se encuentra entre los 30 y 40 años, representando un 50.30% del total de 384 encuestados. Le sigue el rango de 21 a 30 años, con un 36.50%, mientras que los demás rangos presentan porcentajes menores.

**Tabla 6***Genero del entrevistado del usuario de totorales Sector Ramis*

Genero del entrevistado	Frecuencia	(%)
No varón	137	35.70%
varón	247	64.30%
Total	384	100.00%

En lo que respecta al género, que es una variable discreta y binaria, de las 384 personas encuestadas, el 64.0% son varones, mientras que el 35.70% son no varones.

**Tabla 7***Nivel educativo de los usuarios de totorales sector Ramis*

Nivel educativo	Frecuencia	(%)
Analfabeto	2.00	0.52%
Primaria incompleta	6.00	1.56%
Secundaria incompleta	93.00	24.21%
Secundaria completa	131.00	34.11%
Estudios superiores	122.00	31.77%
Total	384.00	100.00%



El nivel educativo más frecuente entre los habitantes del distrito de Ramis es aquellos que obtuvieron solo educación secundaria, representando el 34,11%, seguido por aquellos que no obtuvieron educación secundaria, con un 24,21%. Además, el 31,77% de los encuestados indicaron estar matriculados en universidades.

Según el último Censo Nacional de Población y Vivienda (2017) en el departamento de Puno, se evidencia que el mayor porcentaje de habitantes alcanzó el nivel educativo secundario (41,3%), seguido por el nivel superior (25,4%) y el nivel primario (23,8%). En menor medida, los residentes de la región no tuvieron ningún nivel educativo (9,3%) o lograron el nivel inicial (0,2%). Esta distribución se replicó en el área urbana, donde el nivel secundario fue alcanzado por el 40,4% de la población. Además, las personas con nivel superior representaron el 39,9%, mientras que las que alcanzaron el nivel primario constituyeron el 15,6%. No obstante, en el área rural, la mayor proporción de individuos logró el nivel secundario (42,6%), seguido por el nivel primario (32,9%), y en menor medida, el nivel inicial (0,2%).

En lo que respecta a la variación intercensal de 2007 a 2017, se nota un incremento del 1,9% (16,036 personas) en el nivel educativo alcanzado en la región de Puno. El nivel inicial experimentó la mayor variación positiva (164,1%), seguido por el nivel superior (29,5%) y el nivel secundario (8,5%). Además, es destacable la disminución de la población que pasó de no tener ningún nivel educativo a adquirir algún nivel., con 18 mil 693 personas (-18,6%) menos respecto al 2007 (OSEL, 2020).

**Tabla 8***Ingreso familiar de los jefes de familia de usuarios de totorales sector Ramis*

Ingreso mensual del jefe de familia	Frecuencia	(%)
00,00 no tiene ingreso	1.00	00.30%
menos de 500 soles	41.00	10.70%
501 a 2000 soles	135.00	35.20%
2001 a 4000 soles	148.00	38.50%
4100 a 6000 soles	59.00	15.40%
Total	384.00	100.00%

El ingreso de los puneños representa el 38,50%, concentrado entre aquellos con ingresos netos entre S/. De 2001 a S/.4000 nuevos soles, el segundo lugar lo ocupa la población con un rango de menos de S/.501 a S/.1000.00 nuevos soles, igual a 35.20%, y el tercer lugar es el rango de S/.4100.00 a S/.6000.00 Nuevos soles, con 15.40%, otros se ubican por debajo; este análisis refleja que la población del sector de Ramis proviene de zonas rurales, por lo que la ocupación diaria de la mayoría de la población es la agricultura y las actividades de comercio informal.

Según Tudela (2012), se informa que los ingresos mensuales de las familias en la ciudad de Puno oscilan entre 700.00 y 1,000.00. Estos valores difieren significativamente de los ingresos reportados en la presente investigación.

**Tabla 9***Percepción ambiental de parte de los entrevistados RNT sector Ramis*

Responde el usuario	Frecuencia	(%)
No contaminado	149	38,80 %
Sí contaminado	235	61,20 %
Total	384	100,00 %

La percepción ambiental constituye una variable independiente binaria que refleja la percepción sobre el nivel de deterioro del medio ambiente,

específicamente en el caso actual, el deterioro de los activos ambientales en la Reserva Nacional del Titicaca del sector Ramis.

#### 4.1.3. Aplicación del modelo Probit

Para el modelo de Probit de la tabla 15, se ha ajustado mejor en cuanto a las probabilidades donde los valores son menores a  $p \leq 0.05$ , la ecuación obtenida de la regresión probit se tiene como ecuación siguiente:

$$Y = 0.85 - 0.59X_1 + 2.87X_2 - 1.08X_3 - 0.59X_4 + 0.21X_5 + 0.015X_6 + 0.742X_7$$

Por otro lado, el signo positivo del coeficiente asociado a la variable ingreso familiar ( $X_5$ , p-valor: 0.4515) indica una relación directa entre el ingreso familiar y la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta de pago. Sin embargo, los valores de las variables tamaño del hogar ( $X_6$ , p-valor: 0.8408) no son estadísticamente significativos, lo que implica que estas variables no tienen un impacto significativo en la probabilidad de respuesta afirmativa. La percepción ambiental ( $X_7$ , p-valor: 0.0004) también muestra una alta significancia estadística, sugiriendo que esta variable es estadísticamente significativa en el modelo y tiene un impacto significativo en la probabilidad de respuesta afirmativa.

Como se observa en la distribución Probit, los signos de los coeficientes concuerdan con la teoría econométrica. El signo asociado a la variable precio hipotético es negativo (-0.599 para  $X_1$ ), indicando una relación inversa entre el valor de la tarifa a pagar por la conservación de los activos ambientales de la Reserva Nacional del Titicaca Sector Ramis y la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta de pago (Sí). Además, el signo de la variable ingreso (0.114222 para  $X_5$ ) es positivo, sugiriendo una relación directa entre el

ingreso familiar y la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta de pago (Sí), lo que implica que las personas con mayores ingresos tienen una mayor probabilidad de estar dispuestas a pagar.

Es importante destacar que, como se discutió en la teoría, no es aconsejable utilizar t-estadísticos para el modelo de probabilidad lineal debido a los problemas mencionados; la probabilidad no siempre pertenece al intervalo (0,1).

### Tabla 10

*Método: ML - Binary Probit de las características socioeconómicas de los usuarios de los totorales del sector Ramis de la RNT*

Variable	Coefficiente	Error standar	z-estadística	Prob.
C = Coeficiente	0.849892	0.461455	1.841764	0.0655
X1= Precio hipotético	-0.599221	0.081822	-7.323476	0.0000
X2 = Edad del entrevistado	1.454785	0.232353	6.261088	0.0000
X3 = Genero del entrevistado	-0.574373	0.188840	-3.041582	0.0024
X4 = Nivel educativo	-0.344119	0.091803	-3.748431	0.0002
X5 = Ingreso familiar	0.114222	0.151713	0.752879	0.4515
X6 =Tamaño del hogar	0.014838	0.073872	0.200854	0.8408
X7 = Percepción ambiental	0.742218	0.207714	3.573275	0.0004
McFadden R-squared	0.354768	Mean dependent var		0.726563
S.D. dependent var	0.446305	S.E. of regression		0.34755
Akaike info criterion	0.798714	Sum squared resid		45.41754
Schwarz criterion	0.881019	Log likelihood		-145.3532
Hannan-Quinn criter.	0.83136	Deviance		290.7063

Por otra parte, la función de distribución es discreta y no continua como lo es la distribución de la normal, por esta razón no tendría mucho sentido realizar pruebas de hipótesis. El último problema es el de heterocedasticidad dada la varianza no constante del error. Estos problemas son corregidos con el modelo Logit Multinomial.

#### 4.1.4. Aplicación del modelo Logit

En la Tabla 16, los resultados del modelo Logit muestran que el coeficiente asociado al precio hipotético es coherente con la teoría econométrica, presentando un signo negativo. Esto indica una relación inversa entre el valor de la disposición a pagar por el servicio ambiental de los humedales de la Reserva Nacional del Titicaca y la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta de pago, indicando que sí se está dispuesto a pagar. Además, el coeficiente de la variable ingreso tiene un signo positivo, señalando una relación directa entre el ingreso familiar y la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta de pago. En resumen, el signo positivo de la variable es coherente con la teoría econométrica.

**Tabla 11**

*Método ML - Binary Logit de las características socioeconómicas de los usuarios de los totorales del sector Ramis*

Variable	Coefficiente	Error estándar	z-estadística	Probabilidad.
C = Coeficiente	1.311421	0.802809	1.633542	0.102400
X1= Precio hipotético	-1.142249	0.166991	-6.840168	0.000000
X2 = Edad del entrevistado	2.877838	0.481287	5.979466	0.000000
X3 = Genero del entrevistado	-1.082296	0.339929	-3.183891	0.001500
X4 = Nivel educativo	-0.599598	0.164901	-3.636116	0.000300
X5 = Ingreso familiar	0.216293	0.269469	0.802662	0.422200
X6 =Tamaño del hogar	0.009808	0.126774	0.077366	0.938300
X7 = Percepción ambiental	1.324126	0.369610	3.582497	0.000300
McFadden R-squared	0.363447	Media variable dependiente		0.726563
S.D. dependent var	0.446305	S.E. of regresión		0.344157
Akaike info criterion	0.788532	Sum squared resid		44.535080
Schwarz criterion	0.870837	Log likelihood		-143.398100
Hannan-Quinn criter.	0.821178	Deviance		286.796200



Como se puede observar en la tabla 11 anterior, correspondiente a la distribución Logit, el signo de cada coeficiente es coherente con las teorías econométricas. El signo asociado a la variables precios hipotéticos es negativo (-1.1422 para  $X_1$ ), indicando una correspondencia de forma inversa entre el valor de la tarifa a pagar por la conservación de los activos ambientales de la reserva y la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta de pago (Sí). Asimismo, los signos asociados a las variables ingresos familiares es positivamente, señalando una relación que es directa entre los ingresos familiares y las probabilidades de responder de forma afirmativa a la pregunta de pago (Sí).

$$Y = 1.31 - 1.14X_1 + 2.87X_2 - 1.08X_3 - 0.59X_4 + 0.21X_5 + 0.009X_6 \\ + 1.32X_7$$

Como se discutió en la teoría, el uso de t-estadísticos no es aconsejable para el modelo de probabilidad lineal debido a los problemas mencionados; la probabilidad no siempre se encuentra en el intervalo (0,1). Además, la función de distribución es discreta y no continua, a diferencia de la distribución normal, por lo que realizar pruebas de hipótesis no tendría mucho sentido. El problema adicional es la presencia de heterocedasticidad debido a la varianza no constante del error. Para abordar estos problemas, se recurre al modelo Logit Multinomial. Los errores estándar y el estadístico t se presentan en la segunda y tercera columna de la regresión, respectivamente.

En este estudio, los modelos Logísticos y Probabilísticos comparten características similares, ya que ambos son modelos no lineales estimados a través de métodos no lineales, como mínimos cuadrados o máxima verosimilitud. En estos modelos, la interpretación de los coeficientes no es tan sencilla como en los modelos de probabilidad lineal. Asimismo, en ambos casos, se requiere la

búsqueda de medidas alternativas del coeficiente de determinación para evaluar la eficacia de las correcciones realizadas, ya que las métricas convencionales pueden no ser aplicables debido a la naturaleza no lineal de estos modelos.

#### 4.1.5. Determinación de la DAP a través de los modelos de Probit y Logit

En la Tabla 12 de estadística descriptiva, se proporciona información sobre la (DAP) para los dos modelos de distribución de probabilidad, Probit y Logit. El promedio de la DAP es de S/. 4.74 soles, y al multiplicar este valor por el número total de participantes, que son 384 jefes de familia usuarios, se obtiene un valor agregado de S/. 1820.16 soles mensuales. A nivel anual, este monto ascendería a S/. 21,841.92 soles. Se planea destinar esta cantidad para el mantenimiento del sistema del humedal en la Reserva Nacional del Titicaca, sector Ramis.

**Tabla 12**

*Estadísticas descriptivas de la (DAP)*

Distribución	Media	Std. Desv.	Minimo	Máximo
Probit	4.76	2.29	0.66	10.62
Logit	4.72	2.29	0.66	10.51
Promedio	4.74	2.29	0.66	10.565

Los principios de los métodos de valoración contingentes buscan evaluar la disposición a pagar (DAP) por los atributos de calidad asociados con el uso de los activos medioambientales en los humedales de las reserva de estudio. A través de una encuesta realizada a los usuarios en la reserva, los resultados indican que, a pesar de la preocupación de los usuarios por la calidad ambiental actual, la disposición a pagar por atributos adicionales es limitada. Sin embargo, se observa un aumento en esta disposición a pagar que está directamente relacionado con el





nivel de información que los encuestados procesan y su priorización de cuestiones de calidad y seguridad ambiental sobre el precio del valor hipotético.

El cálculo del DAP a través de los modelos Logístico y Probabilístico es fundamental desde la perspectiva de la economía ambiental y de los recursos naturales. Representa las cantidades de dinero que las familias estarían dispuestas a realizar un desembolso para experimentar una mejoría en los servicios ambientales, y reflejan las valoraciones personales de dicho bien. La disposición a pagar, según la definición teórica de Fankhauser, es conceptualizada en las teorías de los consumidores como las cantidades de ingresos que uno estaría preparado a renunciar para lograr un servicio específico (Fankhauser y Tepic, 2005).

Los modelos Logit y Probit son herramientas que no solo proporcionan estimaciones de la probabilidad de que ocurra un evento, sino que también permiten identificar los factores de riesgo que influyen en esas probabilidades, así como evaluar la magnitud o peso relativo de dichos factores. Estos modelos generan un índice cuyos determinantes son estadísticamente significativos, lo que facilita la realización de clasificaciones. Al realizar estas clasificaciones con algún método de estratificación, se pueden asignar calificaciones a cada elemento, lo que proporciona una comprensión más profunda de las relaciones entre los diversos factores y la probabilidad del suceso en cuestión.

## **4.2. EL COSTO DEL AGUA POR METRO CUBICO DE LOS TOTORALES DE LA RNT SECTOR-RAMIS.**

### **4.2.1. Valor del agua del lago en función de producción de totora**

Se fundamenta en la función de producción, incorporando un procedimiento basado en dicha función y tomando en cuenta con diversas



variables que influyen en la producción de la especie de totora. Entre las variables consideradas como relevantes se incluyen: [aquí podrías detallar los factores específicos que has tenido en cuenta, como el tipo de suelo, la disponibilidad de luz solar, las condiciones climáticas, etc.]. Estos elementos son importantes en la producción de la totora y, por tanto, se han tenido en cuenta para evaluar de manera precisa el valor del agua de riego en este contexto específico.

$q$  = Cantidad de totora, toneladas por hectárea;

$A$  = Cantidad de agua por riegos en  $m^3$

$D$  = Densidades de plantaciones por  $m^2$  y la función correspondiente es:

$$Q = \beta + \beta_1 A + \beta_2 D + \beta_3 A^2 + \epsilon$$

Se evaluaron los parámetros de  $r^2$  y  $r$  y el signo respectivo y donde:

$q$  = Cantidad de totora, toneladas por hectárea;

$A$  = Cantidad de agua por riegos en  $m^3$

$D$  = Densidades de plantaciones por  $m^2$

$\epsilon$  = Error estocástico a igualar el costo marginal, Es decir

Para determinar el valor del agua en un año, se realiza la derivada de la función con respecto a la cantidad de agua, lo cual implica igualar el costo marginal con el ingreso marginal. En otras palabras, partiendo de:

$$I = p \cdot q$$

Donde:

$I$  = Ingresos

$P$  = Precios de las cosechas

$q$  = Cantidad de producción de las cosechas

$$I = p \cdot (\beta + \beta_1 A + \beta_2 D + \beta_3 A^2)$$



La obtención de los beneficios máximos se logra cuando se satisface las condiciones de igualdad entre los ingresos marginales y los costos marginales. En otras palabras, se busca el punto en el que los cambios en los ingresos respecto a los cambios en las cantidades de agua ( $dI/dA$ ) es igual a los costos marginales. Este enfoque, centrado en las igualdades entre los ingresos marginales y los costos marginales, sirven para identificar la cantidad óptima de agua que maximizará el beneficio en este contexto.

$$dI/dA=p.(dq/dA)$$

Se llevó a cabo la estimación de las necesidades hídricas de la especie forrajera totora, la cual es representativa de los humedales de la zona. Este cálculo se realizó mediante el uso del Software Cropwat, desarrollado por la FAO. Se conoce como diseños agronómicos de riegos se consideran como los pasos iniciales antes de realizar los cálculos hidráulicos de los riegos en el sistema de bofedales de las zonas del estudio. Este diseño implica calcular el turno, el caudal y el tiempo de riego, fundamentándose en los requerimientos de agua para los pastizales de la RNT. Estos requerimientos están determinados por factores como los tipos de suelos, los climas y las características específicas de las especies forrajeras presente en la reserva nacional (FAO, 2006).



**Tabla 13**

*Rendimiento de totora considerando la densidad de siembra y la cantidad de agua en la RNT sector Ramis*

P	A	D	A2
(t/ha)	(m3/ha)	(planta/m2)	(m3/ha)2
103.00	1800	25.6	3240000
148.00	2163	25.6	4678569
186.00	2611	25.6	6817321
213.00	3110	25.6	9672100
178.00	2804	25.6	7862416
215.00	3752	25.6	14077504
94.00	1800	25.9	3240000
150.00	2163	25.9	4678569
179.00	2611	25.9	6817321
238.00	3110	25.9	9672100
205.00	2804	25.9	7862416
248.00	3752	25.9	14077504
110.00	1800	26.2	3240000
171.00	2163	26.2	4678569
177.00	2611	26.2	6817321
217.00	3110	26.2	9672100
225.00	2804	26.2	7862416
309.00	3752	26.2	14077504
128.00	1800	26.5	3240000
133.00	2163	26.5	4678569
228.00	2611	26.5	6817321
243.00	3110	26.5	9672100
255.00	2804	26.5	7862416
307.00	3752	26.5	14077504
103.00	1800	25.6	3240000
148.00	2163	25.6	4678569
186.00	2611	25.6	6817321
213.00	3110	25.6	9672100
178.00	2804	25.6	7862416
215.00	3752	25.6	14077504

**Tabla 14**

*Valor del agua basado en el costo de producción de totorales secos expresado en soles por tonelada en la región de Ramis.*

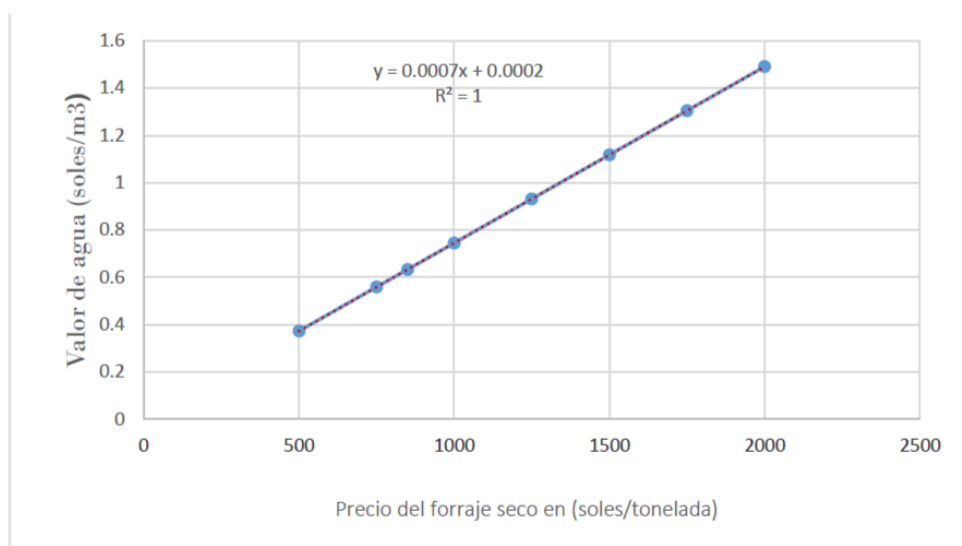
Precios forrajes secos (soles/tonelada)	Precios del agua soles por m <sup>3</sup>
S/ 500	S/ 0.37/m <sup>3</sup>
S/ 750	S/ 0.56/m <sup>3</sup>
S/ 850	S/ 0.63/m <sup>3</sup>
S/ 1000	S/ 0.75/m <sup>3</sup>
S/ 1250	S/ 0.93/m <sup>3</sup>
S/ 1500	S/ 1.12/m <sup>3</sup>
S/ 1750	S/ 1.30/m <sup>3</sup>
S/ 2000	S/ 1.49/m <sup>3</sup>

Fuente: Resultado de los modelos de (De Mastro, 1990).

Se ha calculado el valor del agua considerando la producción de materia seca de totora expresada en toneladas por hectárea. Cuando la producción alcanza los S/.500.00 soles por tonelada, esto implica un costo de agua de S/.0.37 m<sup>3</sup>. En el caso de que las producciones de los forrajes secos sean de S/ 1,000 por tonelada, el costo de agua asociado es de S/0.75 m<sup>3</sup>.

**Figura 3**

*Relación entre el costo del forraje y el valor del agua por cada unidad de volumen.*



#### 4.2.2. Análisis estadístico de la función de producción de totora

Se tiene un coeficiente de 0.95, se evidencia un tipo de correlación muy fuerte entre las variables, y el coeficiente de determinación del 89% indica una sólida asociación entre los factores de producción, como las densidades de siembras y las dosis de agua utilizadas. Este alto grado de correlación sugiere que el comportamiento de una variable se puede prever en gran medida a partir de la otra, respaldando la idea de una relación positivamente y significativa entre la densidad de siembra y la cantidad de agua aplicada.

**Tabla 15**

*Estadística de regresión de los parámetros de coeficiente de determinación*

Coefficiente de correlación múltiple	0.95
Coefficiente de determinación $R^2$	0.90
$R^2$ ajustado	0.89
Error típico	19.45
Observaciones	24.00

El análisis de regresión constituye una metodología de estudio que determina la relación estimada entre una variable dependiente y múltiples variables explicativas. A través de esta técnica, se logra modelar la relación entre las variables seleccionadas y, asimismo, anticipar valores fundamentándose en el modelo establecido.

El análisis de varianza evalúa la variabilidad tanto dentro como entre los grupos, permitiendo la determinación si las discrepancias observadas en sus medias son estadísticamente significativas o simplemente producto del azar. En caso de encontrar diferencias significativas, se pueden llevar a cabo análisis adicionales para identificar específicamente qué grupos presentan divergencias entre sí. Esta metodología resulta especialmente eficaz al trabajar con más de dos grupos.

**Tabla 16***Análisis de varianza de la regresión múltiple de la producción de totora*

F. de V.	GL	SC	CM	F	Probabilidad
Regresión	3	71794.537	23931.512	63.220	2.2061E-10
Residuos	20	7570.796	378.539		
Total	23	79365.333			

El análisis de varianza de regresión está en la tabla 15, donde la probabilidad de  $P \leq 0.01$  existe alta significancia estadística.

**Tabla 17***Resultado de los coeficientes de regresión lineal múltiple*

VARIABLES	Coeficientes	E. típico	Est. t	Prob.
Intercepto	-1398.61665	316.993172	-4.41213495	0.00026851
Variable X 1	0.19147832	0.05446066	3.51590186	0.00217358
Variable X 2	47.1111111	11.8406052	3.9787756	0.00073932
Variable X 3	-1.9772E-05	9.7654E-06	-2.02466091	0.05646167

Los resultados de la regresión múltiple cuadrática muestran un intercepto con signo negativo, mientras que las variables de dosis de agua y densidad de siembra presentan signos positivos en la ecuación.

$$Q = -1398.61665 + 0.19147832A + 47.1111111D - (1.9772E - 05)A^2$$

Es evidente que a medida que aumenta el consumo de agua, el valor del agua (DAP) para los habitantes del sector Ramis tiende a disminuir, ya que la productividad marginal disminuye. Esta relación se intensifica con el aumento del precio, ya que este factor incide directamente en el ingreso marginal.

### 4.2.3. Valor del agua en función de sus dosis y precio de totora

**Tabla 18**

*Valor del agua en función de sus dosis y precio de totora en la RNT sector*

*Ramis*

Agua (m <sup>3</sup> /ha)	1800	2163	2611	3110	2804	3752
Precio (Soles/tn)	0.1203004	0.1059462	0.0882308	0.0684987	0.0805989	0.0431119
130	15.6390493	13.7730010	11.4699992	8.9048253	10.4778578	5.6045415
135	16.2405512	14.3027318	11.9111530	9.2473186	10.8808523	5.8201008
140	16.8420531	14.8324626	12.3523068	9.5898119	11.2838469	6.0356601
145	17.4435550	15.3621934	12.7934606	9.9323052	11.6868414	6.2512194
150	18.0450569	15.8919242	13.2346144	10.2747984	12.0898359	6.4667787

El valor del agua de riego se determina en función de la productividad promedio y, dada la limitada información acerca de las funciones y los precios de los cultivos, es posible estimar el valor del agua tomando como base dicha productividad promedio. En esta situación, el valor del agua (V1) se calcula como el producto del precio de extracción (p) y el incremento en el rendimiento ( $q_0 - q_1$ ), dividido por la oferta de agua (Ao) necesaria para alcanzar el rendimiento técnico máximo,  $q_0$ . La fórmula es la siguiente:

$$V1 = (q_0 - q_1).p/A_0$$

Tomando el ejemplo anterior y siguiendo la ecuación correspondiente, se deduce que, en ausencia de la aplicación de aguas de riego, se alcanza una producción de una cantidad de 0,2189 toneladas por hectárea. Por otro lado, el rendimiento máximo técnico se logra al aplicar 3343,4 metros cúbicos por hectárea de agua, resultando en una producción de 2,712 toneladas por hectárea.





### 4.3. DISCUSION

En el sector Ramis, se observa una tendencia hacia el deterioro y degradación de los totorales en la zona de estudio, lo que afecta los bienes y servicios ambientales de este ecosistema complejo destinado a convertirse en una futura reserva. Si seguimos descuidando la alteración de este ecosistema, las generaciones futuras perderán el acceso al bienestar y los beneficios que actualmente adquirimos de él. No podrán deleitarse de las maravillas del paisaje y ecoturísticas, de los recursos ambientales, ni del valor intrínseco de las biodiversidades en todo aspecto. Esto resultaría en la pérdida de las riquezas naturales, culturales y trayectoria asociada. Por ende, es imperativo prevenir y preservar los recursos naturales del lago más elevado y navegable del planeta.

En consecuencia, resulta necesario y urgente desarrollar un Plan de Manejos por la preservación de las floras y faunas en la región. Este plan constituirá un dispositivo operativo que ayudará a las comunidades del distrito de Taraco el manejo y uso sustentable de ciertas especies silvestre, basándose en planes de usos sostenibles, las investigaciones e inventarios. El propósito principal de dicho plan será fomentar la gestión y los aprovechamientos sostenibles de la flora y fauna se lleva a cabo en beneficio de las comunidades locales.

No obstante, Barrantes y Flores (2013) destacaron que los indicadores socioeconómicos que tienen incidencia en la DAP por la preservación de los pastos en el altiplano son: ingreso familiar mensual, estado civil, edad y sexo. En una línea similar, Tudela (2007) detalló que las variables que influyen en la decisión de la capacidad realizar un pago por la depuración de aguas facilitados Puno son: los precios hipotéticos, los ingresos monetarios, nivel educativo, percepción de asquerosos olores, distancias, sufrimiento de síntoma gastrointestinal, parasitaria y dermatológica, géneros, cantidad de niños que residen en la casa, y edades de los patriarcas de la familia.



Además, Ojeda y Mayer et al. (2008) señalaron la accesibilidad de las personas a pagar está relacionada con variables clave mencionadas por la teoría económica, además, de los trabajos de valoraciones contingentes, tales como los ingresos, el nivel educacional, cantidad de hijos en la casa y la oferta al comenzar. Por otro lado, Jin y Wang et al. (2008) subrayaron que el acceso a pagar está estrechamente vinculado a la proporción del ingreso. Tudela (2007) presenta datos sobre la DAP, por la preservación de peces, anfibios y aves en la Bahía Interior de Puno, revelando valores positivos en todos los casos. La cantidad media a pagar es de S/. 17,53, S/. 14,01 y los S/. 16,83 soles correspondientemente, con la modificación de S/. 0 a S/. 25 soles.

No obstante, Agimass & Mekonnen (2011) llevaron a cabo un estudio de costo de oportunidad por la pesca entre los pescadores de menores ingresos y la gestión de cuencas hidrográficas en Tana, Etiopía. Se evaluó la condición económica de la población estudiada en dos escenarios diferentes, donde los pescadores manifestaron por el costo de oportunidad de pagar \$5.3 al mes donde se realice una mejora moderada y \$8.6 mensual para un lugar más ambicioso que abarcaba ambos atributos.

Es reconocido en la perspectiva de la economía ambiental el monto de moneda que una familia está dispuesta a desembolsar por el adecuado servicio de medio ambiente refleja su valor individual de dicho bien. Este indicador se conoce como la disposición a pagar. Según la definición teórica en la teoría del consumidor propuesta por Fankhauser, la disposición a pagar se describe como el monto de ingreso que alguien va a renunciar para tener un servicio específico (Fankhauser & Tepic, 2005).



## V. CONCLUSIONES

- El valor económico de la Reserva Nacional en el sector Ramis se determinó a través de una encuesta que abarcó a un total de 384 personas. De este grupo, el 72.40% indicó su disposición a contribuir económicamente para mantener la conservación del recurso hídricos y ambiental, mientras que el 27.60% expresó su negativa a hacerlo. Al desglosar las respuestas según diferentes niveles de precio hipotético, se observa que el 3% estaría dispuesto a pagar S/.1.00, el 62.80% a pagar S/.2.00, y el 20.30% a pagar S/.4.00, según las preferencias de los 384 jefes de familia encuestados.
- Las estadísticas descriptivas de la disposición a pagar de los dos modelos de distribuciones de probabilidades de Probit y Logit Los indicadores de la probabilidad de  $P \leq 0.01$ , para precio hipotético  $X_1(0.00000)$ , edad del usuario  $X_2(0.0000)$ , genero  $X_3(0.0024)$ , educación  $X_4(0.0020)$  estos valores reflejan la existencia de altos significados estadísticos, y el ingreso familiar del entrevistado  $X_5 (0.4515)$ , tamaño del hogar  $X_6(0.8408)$  estos valores son no significativos estadísticamente y la percepción ambiental  $X_7(0.0004)$  demuestra alta significancia estadística. Tal cómo puede apreciarse de distribución probit, los signos de los coeficientes de precio hipotético  $X_1(-0.599)$  es negativo y de ingreso mensual del usuario es de signo positivo estos signos obtenidos son consistentes con la hipótesis planteada y con la teoría econométrica.
- Se ha calculado el valor del agua basándose en la producción de materias secas, dadas en toneladas por hectárea. En el contexto de este estudio, la productividad alcanza los S/.500.00 soles por cada tonelada, esto conlleva unos costos de agua de S/.1000.00 por tonelada, equivalente a S/.075 soles por metro cúbico.



## VI. RECOMENDACIONES

- Promover la relevancia de los servicios ambientales y ecosistémicos que los humedales ofrecen en la Reserva Nacional del Titicaca sector Ramis, destacando su impacto positivo en el territorio, la comunidad y el medio ambiente a nivel global.
- Se aconseja explorar estrategias para canalizar la disponibilidad a pagar hacia la ejecución de un planeamiento integral de gestión de recursos hídricos y ambientales en la RNT, específicamente en el sector Ramis. Esto debe llevarse a cabo en colaboración con instituciones gubernamentales y privadas, con el propósito de garantizar la RNT se convierta en ecosistemas sostenibles a largo plazo y de manera abarcadora.
- Prevenir riesgos como la descarga de desechos, la utilización recreativa inadecuada que pueda perturbar la fauna y la sobreexplotación de los acuíferos, constituye una amenaza para estas especies y sus entornos. Colaboraremos con asociaciones y autoridades municipales para mantener estas acciones tanto en febrero y marzo del próximo año como a lo largo de los demás meses.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdallah, A. T. (2017). Efficiency of invertebrate animals for risk assessment and biomonitoring of hazardous contaminants in aquatic ecosystem, a review and status report. *Environmental Risk Assessment and Remediation Journal*; 1: Doi: <https://doi.org/10.4066/2529-8046.10003>, 22 - 24.
- Aguirre, P. J., Rodriguez, B. J., & Ospina, T. R. (2012). Deriva de macroinvertebrados acuáticos en dos sitios con diferente grado de perturbación, Río Gaira. Santa Marta-Colombia. *Intropica*; 7, pp 9 - 19.
- ANA. (2019). Estudio Hidrologico de la Unidad Hidrografica del rio ramis. Lima Peru: Ministerio de Agricultura y Riego (Autoridad Nacional del Agua).
- Barrantes, G., & Vega, M. (2001). Evaluación del Servicio Ambiental Hídrico en la Cuenca del Río Savegre con Fines de Ordenamiento Territorial . Costa Rica: Instituto Politecnicas para la Sostenibilidad.
- Biao, Z., L. Wenhua, X. Gaudi, & X. Yu. (2010). Water conservation of forest ecosystem in Beijing and its value. *Ecological Economics* 69, 1416-1426.
- Briscoe, J. (2015). Water security in a changing world. *Daedalus*; 144: Doi: [https://doi.org/10.1162/DAED\\_a\\_00339](https://doi.org/10.1162/DAED_a_00339), 27 -34.
- Buytaert, W., Celleri, R., De Bievre, B., Cisneros, F., Wyseure, G., Deckers, J., & Hofstede, R. (2006). Human impact on the hydrology of the Andean páramos. *Earth-Sci. Rev.* 79, 53–72.
- Céleri, R. (2009). Estado del conocimiento técnico sobre los servicios ambientales hidrológicos generados en los Andes. Servicios ambientales para la conservación de los recursos hídricos: lecciones desde los Andes. *Síntesis Regional* . Lima peru: Síntesis Regional CONDESAN.



- Ciftci, N., Ay, O., & Karayakar, F. (2015). Effects of zinc and cadmium on condition factor, hepatosomatic and gonadosomatic index of *Oreochromis niloticus*. *Fresenius Environmental Bulletin*; 24, 3871–3874.
- Dimitrakopoulos, P. G., & Troumbis, A. Y. (2019). Biotopos. *Enciclopedia de la ecología*: Doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-409548-9.10923-6> , 359–365.
- Dixit, R., Wasiullah, Pandiyan, K., Sing, U. B., SahU, A., Shuka, R., . . . Paul, D. (2015). *Bioremediation of heavy metals from soil and aquatic environment: An overview of principles and criteria of fundamental processes*. *Sustainability (Switzerland)*; 7: Doi: <https://doi.org/10.3390/su7022189>, 2189–2212.
- Elleuch, B., Bouhamed, F., Elloussaief, M., & Jaghbir, M. (2018). Environmental sustainability and pollution prevention. *Environ.Sci.Pollut.Res*; 25: Doi: <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0619-5>, 18223–18225.
- Fischer, K. (. (2018). How people value biodiversity in urban landscapes: assessing the people-nature interaction in cities.
- Flores, E. (2006). *Valorización Económica de las Islas de La Reserva Nacional del Titicaca, Aplicando el Método del Costo De Viaje*”. Lima Peru: Universidad Nacional Federico Villarreal.
- Hahmenberger, M. (2003). *Summertime precipitation variability and atmospheric circulation over the south American Altiplano: Effects of lake Titicaca and salar de Uyuni*. Oklahoma Weather Center Research Experiences for Undergraduates Program, Summer, Pp. 10.
- Hamza, C. A. (2014). Usefulness of bioindicators and biomarkers in pollution biomonitoring. *International Journal of Biotechnology for Wellness Industries*; 3, 19–26.



- Hartig, T., Mitchell, R., De Vries, S., & Frumkin, H. (2014). Nature and Health. Annual Review of Public Health; 35(1). Doi:<https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-032013-182443>, 207–228.
- He, J., Zhang, H., Zhang, H., Guo, X., Song, M., Zong, J., & Li, X. (2014). Ecological risk and economic loss estimation of heavy metals pollution in the Beijiang River. Ecological Chemistry and Engineering; 21, 189–199. Doi: <https://doi.org/10.2478/eces-2014-0015>.
- Lachowycz, K., & Jones, A. P. (2013). Towards a better understanding of the relationship between greenspace and health: development of a theoretical framework. Landscape Urban Plann; 118. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.10.012>, 62 - 69.
- Machin, M. (2006). Valoración económica de los recursos naturales: Perspectiva a través de los diferentes enfoques de mercado. Rev Futuros No 13. Vol. IV.
- Mazon, M. (2016). Taking shortcuts to measure species diversity: parasitoid Hymenoptera subfamilies as surrogates of species richness. Biodiversity Conservation; 25, 67–76.
- Mendieta, L. J. (2005). Manual de Valoración Económica de Bienes No Mercadeables. Bogotá - Colombia: Universidad de los Andes. Facultad de Economía Segunda Edición .
- OSEL. (2020). Diagnóstico Socioeconómico Laboral de la region de Puno. Puno Peru: Web: <https://www.drtpepuno.gob.pe/>.
- Paredes, M., & Goniantini, G. (2016). Lake Titicaca: historical and current studies. Water and Environment News. International Atomic Energy Agency. Quarterly (8/9), pp 6 - 8.



- Perez, R. J. (2000). Valoración económica del agua. Mérida Venezuela: Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial, CIDIAT. Universidad de los Andes.
- SERNANP, M. (2020). Plan Maestro de la Reserva Nacional del Titicaca 2021 - 2025. Puno Perú: Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP).
- Shortle, J. (2013). Economic and Environmental markets: Lessons from Water-quality trading. *Agricultural and Resource Economics Review*; 42: Doi: <https://doi.org/10.1017/S1068280500007619>, 57–74.
- Tudela, W. (2012). Valoración Económica de los Beneficios Ambientales de la Reserva Nacional del Titicaca. Puno Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
- Zhang, W., Liu, Y., Zhang, W., & Liu, Y. (2015). Insights into assessing environmental quality status using potential surrogates of biofilm-dwelling ciliate fauna in coastal waters. *Environmental Science Pollution Research*; 22: Doi: <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3436-0>, 1389–1398.





## ANEXOS



**Anexo A 1.** Formato de cuestionario de encuesta

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO  
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA  
ENCUESTA PARA DIAGNOSTICO DE LA RNT-SECTOR RAMIS

I.- PRESENTACIÓN.

Buenos \_\_\_\_\_ días (o \_\_\_\_\_ tardes),  
\_\_\_\_\_ Estamos realizando una encuesta como parte de una investigación sobre referentes a la RNT de sector Ramis para determinar el valor de los activos ambientales de la reserva.

¿Estaría usted dispuesto a responder algunas preguntas respecto a la Reserva Nacional de Titicaca del sector Ramis?

SI.  prosiga NO.  (retírese cortésmente)

II.- DATOS DEL USUARIO DE LOS MORADORES DE LA RNT SECTOR RAMIS.

1) Lugar de nacimiento:

Departamento: \_\_\_\_\_ Provincia: \_\_\_\_\_ Distrito: \_\_\_\_\_

2) Lugar de residencia:

Departamento: \_\_\_\_\_ Provincia: \_\_\_\_\_ Distrito: \_\_\_\_\_

3) Edad:

\_\_\_\_\_ años

4) Sexo:

a) Masculino b) Femenino

Estado civil:

a) Soltero c) Viudo e) Divorciado  
b) Casado d) Conveniente

5) Grado de instrucción:

a) Analfabeto c) Secundaria e) Universitario  
b) Primaria d) Tecnológico

6) ¿Cuál es su profesión?

a) Profesor c) Abogado e) otros: \_\_\_\_\_  
b) Ingeniero d) Medico

7) ¿Cuál es su situación laboral actual?

a) Desempleado c) Trabajo e) otros: \_\_\_\_\_  
b) Jubilado / temporal  
retirado d) Trabajo permanente



8) ¿En cuanto a los servicios ambientales de la RNT ¿Cómo calificaría usted los siguientes servicios?

Servicios	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
a) Servicios de electrificación domiciliaria				
b) Servicios agua potable domiciliaria				
c) Servicio de baño en el domicilio				
d) Servicios de información y otros				

9) ¿Ud. estaría dispuesto a pagar por el servicio ambiental de la RNT sector Ramis?

- a) Si b) No

10) ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el servicio ambiental de la RNT sector Ramis? \_\_\_\_\_ soles.

11) ¿Cuántas personas dependen económicamente de Ud.?

\_\_\_\_\_ personas

12) ¿Cuál es su nivel de ingreso mensual promedio en soles?

\_\_\_\_\_ soles.

13) ¿Para Ud. el medio ambiente de la comunidad está contaminado o no está contaminado?

- a) Si b) No

14) ¿De qué manera la mujer ha participado en los diferentes procesos de mantenimiento del sistema de agua potable y saneamiento básico?

- a) Excelente c) Buena e) Pésima  
b) Muy buena d) Regular e) Nulo

15) ¿Cómo usted califica el paisaje natural de la RNT sector Ramis?

- a) Buena b) Regular c) Malo

Fecha: \_\_\_\_\_ y hora: \_\_\_\_\_ de la entrevista.

Lugar donde se hizo la entrevista. \_\_\_\_\_

Recepción por parte de entrevistado:

- a) Excelente c) Buena e) Pésima  
b) Muy buena d) Regular e) Nulo

Fecha: ..... / ..... / .....

Nombre del encuestador: .....



**Anexo A 2.** Programa de los modelos de Probit y Logit para (Eviews 12.00)

CALC; COEF1=B(1)\$

CALC; COEF2=B(2)\$

CALC; COEF3=B(3)\$

CALC; COEF4=B(4)\$

CALC; COEF5=B(5)\$

CALC; COEF6=B(6)\$

CALC; COEF7=B(7)\$

CALC; COEF8=B(8)\$

CREATE;

ALFA=COEF1+COEF3\*X2+COEF4\*X3+COEF5\*X4+COEF6\*X5+

COEF7\*X6+COEF8\*X7\$

CREATE; BETA=B(2)\$

CREATE; DAP=-ALFA/BETA\$

DSTAT; RHS=DAP\$

LIST; DAP\$

**Anexo A 3.** Imagen panorámica de los totorales RNT sector Ramis



**Anexo A 4.** Imagen del usuario transitando en balsa





**Anexo A 5.** Imagen de fuente de contaminación de un río





**Anexo A 6.** Imagen del poblador balseero de la reserva sector Ramis





### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Wilmer Chaiña Huarecallo  
identificado con DNI 46801895 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
DE INGENIERIA AGRICOLA.

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:  
" Valoración Económica y ambiental del Recurso  
Agua y su costo por metro cúbico en la reserva  
Nacional del fiticaca Sector - Ramis "

Es un tema original.

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

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

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

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 22 de Diciembre del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella





**AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE  
INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

Por el presente documento, Yo Wilmer Chaíra Huarecallo,  
identificado con DNI 46801895 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

de INGENIERIA AGRICOLA,  
informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

"Valoración Económica y Ambiental del recurso Agua  
y su costo por metro cúbico en la Reserva Nacional  
del Titicaca Sector - Ramis."

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 22 de Diciembre del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella