

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



“MANEJO Y PROTECCIÓN DE ZONAS DE RECARGA HÍDRICA Y  
FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LA  
MICROCUCNCA DEL RÍO HUAYLLANI, LAMPA”

**TESIS**

**PRESENTADO POR:**

**RYDER WADNER ARELA MAYTA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRICOLA**

**PUNO - PERÚ**

**2014**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA**

**“MANEJO Y PROTECCIÓN DE ZONAS DE RECARGA HÍDRICA Y FUENTES  
DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LA MICROCUENCA DEL RÍO  
HUAYLLANI, LAMPA”**

TESIS PRESENTADO POR:

**RYDER WADNER ARELA MAYTA**

PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGRICOLA

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE



M.Sc. OSCAR RAUL MAMANI LUQUE

PRIMER MIEMBRO



M.Sc. ROBERTO ALFARO ALEJO

SEGUNDO MIEMBRO



M.Sc. JOSE ANTONIO MAMANI GOMEZ

DIRECTOR DE TESIS



M.Sc. AUDBERTO MILLONES CHAFLOQUE

**ÁREA : Ingeniería y Tecnología**

**TEMA: Gestión de cuencas**

**LÍNEA: Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente**

## DEDICATORIA

Dedicado con inmensa gratitud y agradecimiento por apoyo incondicional e invaluable a mi madre JUANA MAYTA MEDINA quienes en cada momento de mi vida supieron alentarme cumplir los objetivos de mi vida.

Con mucho cariño a mis hermanos; MIRIAN, ROSA, JOSÉ Y FLOR por ser cómplice por esas ocasiones de inolvidables travesuras en casa.

Con inmenso cariño a mí querido Hijo JAIRO y a mi cónyuge OLIVA por su alegría.

Con efecto y cariño para mis Amigos y compañeros que compartimos a lo largo de nuestra vida universitaria, en especial a Francisco, Mario y Tony.

## AGRADECIMIENTO

A la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO Y A LA FACULTAD DE GENIERIA AGRICOLA, por brindarme mi formación académica.

Especial agradezco a mi Director de tesis M.Sc. Audberto Millones Chafloque, porque siempre estuvo dispuesto a ayudarme, por su valiosa información sin la cual no hubiese sido posible mi tesis.

Expreso mis más sinceros agradecimientos al miembro de jurado M.Sc. José Antonio Mamani Gómez, quien con su comprensión, orientación y amistad, supo guiar este proceso.

A los miembros del jurado, a los ingenieros: M.Sc. Oscar Raul Mamani Luque, M.Sc. Roberto Alfaro Alejo, quienes evidencian su valentía al aceptar la lectura de las presentes letras.

También agradezco a la Comunidad Huayllani, al presidente Sr. Victor Cesar Ticona Surco y a su junta directiva, por abrir un espacio en su estrecha agenda, permitiendo acceder a toda su información.

## ÍNDICE

CONTENIDO	Pág.
PORTADA.....	i
JURADOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE.....	v
ÍNDICE DE ANEXOS .....	viii
PALABRAS CLAVE.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
<b>CAPITULO I .....</b>	<b>1</b>
1.1 INTRODUCCION .....	1
1.2 ANTEEDENTES .....	2
1.3 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA .....	3
1.4 OBJETIVOS .....	5
1.4.1 Objetivo General .....	5
1.4.2 Objetivo especificos .....	5
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>7</b>
2.1 MARCO TEORICO CONCEPTUAL .....	7
2.1.1 Concepto basico.....	7
2.1.1.1 Cuenca hidrografica.....	7
2.1.1.2 Manejo integral de cuenca.....	7
2.1.1.3 Gestion de Cuenca.....	7
2.1.2 La Cuenca como sistema .....	8
2.1.3 La Gestion del agua por cuenca.....	8
2.1.4 El ciclo de la gestion de cuenca o gestion integral de cuenca hidrografica.....	9

2.1.5 Agua para consumo humano .....	9
2.1.6 Zonas de recarga hidrica.....	10
2.1.7. Analisis de vulnerabilidad de fuente de agua y zona de recarga hidrica.....	10
2.1.8 Organización y participacion en el manejo y gestion de cuenca .....	10
<b>CAPITULO III</b> .....	12
3.1 MATERIALES Y METODOS.....	12
3.1.1 Ubicación de la zona de estudio .....	12
3.1.2 características geomorfológicas de la cuenca.....	13
3.1.2.1 Parametros de forma de la cuenca .....	13
3.1.2.2 Parametros de relieve de la cuenca.....	16
2.1. METODOLOGIA.....	20
3.2.1 Metodología por objetivos específicos .....	23
3.2.1.1 Objetivo 1 .....	23
3.2.1.2 Objetivo 2 .....	27
3.2.1.3 Objetivo 3 .....	28
3.2.1.4 Objetivo 4 .....	29
<b>CAPITULO IV</b> .....	32
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	32
4.2 RESULTADOS POR OBJETIVOS .....	33
4.2.1 Objetivo 1 .....	33
4.2.2 Objetivo 2 .....	42
4.2.3 Objetivo 3 .....	50
4.2.4 Objetivo 4 .....	62
<b>CAPITULO V</b> .....	66
5.1 CONCLUSIONES.....	66

<b>CAPITULO VI</b> .....	67
6.1 RECOMENDACIONES .....	67
<b>CAPITULO VII</b> .....	69
7.1 LITERATURA CITADA.....	69
<b>CAPITULO VIII</b> .....	75
ANEXO.....	75

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Lista De Abreviaturas y Siglas.....	75
Anexo B. Guía de entrevista para responder el marco institucional (Geilfus 1997)....	76
Anexo C. Metodología MANEJO por Matus (2007) .....	77
Anexo D. Cuadro Resumen de Caudales de fuentes Hídricas.....	78
Anexo E. Panel fotográfico .....	83
Anexo F. Planos .....	86

## PALABRAS CLAVES.

Palabras clave: actores, organización, participación, vulnerabilidad, zonas de recarga hídrica.

Palabras clave: manejo de cuenca, participación comunitaria, restauración de cuenca y microcuenca, utilizadas para consumo humano y para protección legal de las zonas de recarga.

Palabras claves: Cuencas hidrográficas; recarga de aguas subterráneas.

Palabras Clave: Recarga de acuíferos, aguas subsuperficiales, balance hídrico, sumideros de agua de lluvia, Infiltración.

Palabras clave: cobertura vegetal, escorrentía, estratos, estructura, infiltración, estimación, balance, conservación y restauración.

Palabras clave: Recarga acuífera, Manantiales, Geología, Hidrogeología, Humedad.

Palabras clave: ciclo hidrológico balance hídrico uso de suelo cuencas hidrográficas.

Palabras clave: calidad del agua, disponibilidad, Manejo de cuencas, recurso hídrico, zonas prioritarias.

Palabras clave: Agua subterránea, sistemas de flujo, zonas de recarga y descarga del balance hídrico.

Palabras claves: demanda, gestión, nueva cultura del agua.

Palabras Clave: Gobernabilidad Hídrica, evaluación integrada.

## RESUMEN

La problemática de la gestión de los recursos hídricos abarca diferentes dimensiones: normativa, económica, social e institucional; las cuales se justifican por la ausencia de consenso y participación en la creación y legislación de las leyes y políticas que se formulan, baja conciencia de la población de sus líderes políticos sobre la naturaleza y fragilidad del agua e incumplimiento de las normas y leyes que se aprueban por déficit de control y supervisión. El deterioro de las zonas de recarga de las cuencas hidrográficas, la baja eficiencia del uso del agua, la contaminación de los ríos, fuentes, zonas de recarga y reservorios de agua, están causando una acelerada reducción de la disponibilidad de las fuentes de agua para usos múltiples. La presente investigación tuvo como objetivo de analizar el estado de las zonas de recarga hídrica y fuentes de agua para uso y consumo humano y riego de la microcuenca del río Huayllani, Lampa. El estudio analiza la situación del manejo y gestión de la zonas de recarga hídrica en la microcuenca del río Huayllani, principalmente de fuentes de agua para consumo humano y riego. Como resultado de la investigación se ha podido evaluar que hay una deficiente intervención respecto al manejo y gestión de cuencas a fin de conservar las zonas de recarga hídrica y por ende la conservación de los recursos naturales. Además se ha determinado que el 39% de la microcuenca es potencialmente apto para la zona de recarga hídrica y 61% que es parte de roca que no ayudaría a ser como una zona de recarga de acuíferos. Así mismo posee una vulnerabilidad del 67% de vulnerabilidad, que indica que está muy próximo a estar como una vulnerabilidad alta y la microcuenca satisface las demandas de agua para consumo humano y de riego de la microcuenca, para un periodo de 10 años, el agua para consumo humano se calculó para una población actual de 240 habitantes y 312 habitantes como población futura a 10 años, y la incorporación de 106 has para riego, de tal manera regaría un total de 125 has anualmente, teniendo como cultivo principal los pastos cultivados. Por tanto es recomendable que tome un rol protagónico en el manejo y gestión de la microcuenca los actores locales a fin de empoderarse y así poder lograr un consenso y el apoyo de las instituciones públicas y privadas, además es necesario el compromiso político, principalmente de la municipalidad de Lampa y el Gobierno Regional ya que la microcuenca hace parte territorial para conservar los recursos naturales y sus relacionados.

## ABSTRACT

The problematic of water resource management encompasses different dimensions: policy, economic, social and institutional; which are justified by the absence of consensus and participation in the creation and regulation of laws and policies formulated, low awareness of the population of their political leaders about the nature and fragility of water and breach of the rules and laws that approve deficit control and supervision. Deteriorating recharge areas watershed, low efficiency of water use, pollution of rivers, springs, recharge areas and water reservoirs are causing a rapid reduction in the availability of water sources multiple uses. The present study aimed to analyze the status of water recharge areas and water sources for human use and consumption and irrigation of the watershed of Huayllani, Lampa River. The study analyzes the state of management and management of water recharge areas in the watershed of the river Huayllani mainly of water sources for drinking and irrigation. As a result of the research has been able to assess that there is a weak intervention regarding the management and watershed management to conserve water catchment areas and thus the conservation of natural resources. In addition it has been determined that 39% of the watershed is potentially suitable for water recharge area and 61% is part of rock that would not help being as a groundwater recharge area. It also has a 67% vulnerability, indicating that it is very close to be a high vulnerability and basin meets the demands of water for irrigation and human consumption for a period of 10 years, water for human consumption was calculated for a current population of 240 inhabitants and 312 inhabitants for future 10-year population, and the addition of 106 hectares for irrigation, so it would irrigate a total of 125 hectares annually having as main crop cultivated pastures. Therefore it is advisable to take a leading role in the management of watershed, becoming local actors to be empowered so we can build consensus and support of public and private institutions, and political commitment is necessary, mainly from the municipality of Lampa and Regional Government and the watershed makes territorial part to conserve natural resources and related.

Keywords: key actors, organization, participation, vulnerability, water recharge areas.

## CAPITULO I.

### 1.1 INTRODUCCIÓN

La problemática de la gestión de los recursos hídricos abarca diferentes dimensiones: normativa, económica, social e institucional; las cuales se justifican por la ausencia de consenso y participación en la creación y legislación de las leyes y políticas que se formulan, baja conciencia de la población de sus líderes políticos sobre la naturaleza y fragilidad del agua e incumplimiento de las normas y leyes que se aprueban por déficit de control y supervisión.

El agua surge como el mayor conflicto geopolítico del siglo XXI, ya que se espera que en el año 2025, la demanda de este elemento tan necesario para la vida humana sea un 56% superior que el suministro actual, y quienes posean agua podrían ser blancos de un saqueo forzado. La pugna es entre quienes creen que el agua debe ser considerado un “commodity” o bien comerciable (como el grano, la papa, quinua entre otros productos) y quienes expresan que es un bien social relacionado con el derecho a la vida. Los alcances de la soberanía nacional y las herramientas legales son también parte de esta discusión. Lo nuevo del caso es que, desde hace una década, se acumulan las cifras que presagian que el planeta se encamina a una escasez cada vez más marcada (Faustino 2006).

El deterioro de las zonas de recarga de las cuencas hidrográficas, la baja eficiencia del uso del agua, la contaminación de los ríos, fuentes, zonas de recarga y reservorios de agua, están causando una acelerada reducción de la disponibilidad de las fuentes de agua para usos múltiples. El grado de deterioro de las zonas de recarga está determinado por el grado de erosión de los suelos, compactación y deforestación, sobre todo en zonas de pendientes muy inclinadas. Esta situación está siendo causada por la intervención del hombre para desarrollar actividades agrícolas, extracción de leña y de construcción de viviendas, en sitios no apropiados (Faustino *et al.* 2009).

El enfoque económico social involucra también problemas como la dificultad para lograr la sustentabilidad económico/financiera de los servicios, debido a las situaciones de pobreza y los conflictos entre los diversos usuarios del agua, poniendo en riesgo la sustentabilidad del recurso hídrico.

## 1.2 ANTECEDENTES

La sociedad a inicios del milenio se encuentra realizando una serie de esfuerzos para crear espacios de gobernabilidad y gobernanza sobre territorios delimitados por espacios naturales. Los motivos que impulsan este deseo son mayormente la percepción, por suerte cada vez más documentada y analizada con rigor científico, de que nuestras intervenciones están dañando el medio ambiente, muchas veces en forma irreversible (Dourojeanni 2004).

Uno de los problemas más importantes que enfrentan los países Latino Americanos es el incremento poblacional y el aumento de la pobreza, especialmente concentrada en las zonas rurales. Esta problemática está estrechamente vinculada con la degradación de los recursos naturales y el ambiente, debido al uso y manejo inadecuado de los mismos, a la falta de planificación y ordenamiento territorial, a la inequidad y falta de oportunidades, a la poca participación activa de los diferentes actores en la toma de decisiones bajo un enfoque de organización e institucionalidad y a la ocurrencia de desastres (Jiménez 2010a).

En el ámbito internacional, nacional y regional, el tema de cuencas hidrográficas y el uso de este espacio territorial como unidad básica de planificación, manejo, gestión y cogestión, adquiere cada día mayor importancia; no solamente por el interés y preocupación de los actores e interesados directos: comunidades, organizaciones locales, municipalidades, instituciones nacionales, etc., sino también de los organismos donantes y cooperantes. Se promueve el uso y la gestión apropiada de los recursos naturales, buscando un equilibrio entre crecimiento económico, equidad, sostenibilidad integral y el mejoramiento de la calidad de vida de la población (Jiménez 2010b).

El manejo integrado de cuencas hidrográficas ha cobrado gran importancia, como unidad de conservación de ecosistemas, del agua, desarrollo agroindustrial, económico y social de los países de la región (Fuster y González 2009); por lo tanto, el desarrollo para la implementación satisfactoria y la revisión de las políticas requieren de una planificación colaboradora e interacciones entre una amplia gama de participantes con el fin de conseguir un entendimiento común (Ridder *et al.* 2006).

Aun cuando en muchas realidades la gestión integrada de recursos hídricos aparece como un objetivo deseable, en la práctica los avances que se observan son escasos (Peña 2000). Sin embargo, la disponibilidad de agua depende de una serie de factores como la distribución geográfica, las condiciones climáticas; los ecosistemas naturales, las

reservas de agua que existen en cada región, tanto naturales como artificiales, la concentración poblacional, las actividades productivas e industriales, la distribución del suministro urbano, rural y los usos finales (REDLACH 2009).

### 1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El agua es el origen de toda forma de vida. Es hábitat, alimento, medio de producción y transporte y producto de primera necesidad (Wenger *et al.* 2003). El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sustentar la vida, el desarrollo y el medio ambiente, según los principios de Dublín (Pochat 2008). El desarrollo y la gestión del agua deberían estar basada en un enfoque participativo, involucrando usuarios, planificadores y gestores de políticas en todos los niveles (Solanes y González 2001).

Por su importancia, el agua ha sido considerada en muchos países de América Latina, como un bien económico, y más aún, después de la Conferencia Internacional sobre Agua y Medio Ambiente realizada en Dublín (REDLACH 2009). En su principio cuarto, se asegura que el “agua tiene un valor económico en todos los diversos usos a los que se la destina y debería reconocérsela como un bien económico” (Solanes y González 2001; Pochat 2008). Por lo tanto, la gestión integrada del agua, así como las leyes de aguas que se apliquen deben ser orientadas con este fin para garantizar el desarrollo social, económico y cultural de las comunidades (REDLACH 2009).

El consumo de agua ha venido en constante aumento, en parte por el crecimiento demográfico, pero sobre todo por el cambio en los estilos de vida. De aquí que el problema en nuestros días sea como mantener la disponibilidad futura de los recursos hídricos, considerando la factibilidad socioeconómica, mejoras en la parte administrativa y una buena planificación de la gestión ambiental, con el fin de lograr la sostenibilidad de los recursos hídricos de la zona (Gómez 2005).

La gobernanza se refiere a los procesos de toma de decisiones sobre los asuntos colectivos. A diferencia de los enfoques tradicionales, basados en decisiones unilaterales, regulaciones normativas, controles jerárquicos y políticas sectoriales, la gobernanza presupone un estilo de gobierno innovador (IIG 2004). Es el sistema de reglas formales e informales (normas, procedimientos, costumbres) que establecen las pautas de interacción y cooperación entre actores relevantes en el proceso de toma de decisiones, entendiendo por “actores relevantes”, tanto a los poderes públicos como a los diversos agentes sociales y económicos (Prats 1996).

Un sistema de gobernanza hace posible llevar a cabo una mejor gestión de los recursos naturales y los servicios ecosistémicos, lo cual permite un manejo, conservación y desarrollo sostenible de los mismos, en las comunidades involucradas en espacios delimitados naturalmente (Barriga *et al.* 2007).

La gestión de cuencas es el proceso para lograr los recursos humanos, económicos, logísticos y administrativos requeridos para viabilizar el manejo de la cuenca, o sea, para proteger, conservar, utilizar, aprovechar, manejar y rehabilitar adecuadamente los recursos naturales en las cuencas hidrográficas, bajo un enfoque sistémico del agua como recurso integrador y articulador de la cuenca (Jiménez 2010a).

La microcuenca del río Huayllani es un área territorial de gran importancia para múltiples actores locales y nacionales. El agua de esta cuenca es utilizada para diferentes usos: consumo humano, agricultura, ganadería, entre otros usos. Agrorural actualmente viene desarrollando unos nuevos proyectos de gestión de recursos hídricos y manejo de cuencas. La cuenca alberga una rica biodiversidad, con ecosistemas frágiles y vulnerables. Agrorural tiene como prioridad la gestión ambiental sostenible, con mecanismos de buen manejo, gestión y gobernanza del todo el sistema biofísico, socioeconómico y ambiental de la cuenca.

El agua es el recurso más importante en la microcuenca del río Huayllani, pero su calidad, cantidad y disponibilidad final, dependen de cómo se manejan y gestionan los otros recursos naturales como la vegetación, el suelo, la biodiversidad, bajo un enfoque sistémico, considerando las interacciones de esos recursos con las actividades humanas. Sin embargo, existen pocos estudios que establezcan línea base para el monitoreo y evaluación, así como para fundamentar la toma de decisiones sobre el manejo y gestión de la cuenca.

El estudio analiza la situación del manejo y gestión de las zonas de recarga hídrica en la microcuenca del río Huayllani, principalmente de fuentes de agua para consumo humano y propone lineamientos y criterios que apoyen a los decisores al nivel local, regional y nacional, a los municipios y a las organizaciones e instituciones que tienen relación directa con el tema, a definir e implementar políticas, estrategias y acciones para la gestión integral de esas zonas de recarga hídrica y agua para consumo humano para la gestión integral y sostenible del recurso hídrico y de la microcuenca en conjunto.

## 1.4 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

### 1.4.1 Objetivo general

Analizar el estado de las zonas de recarga hídrica y fuentes de agua para uso humano de la microcuenca del río Huayllani, Lampa.

### 1.4.2 Objetivos específicos y preguntas de investigación

#### *1. Analizar los principales actores relacionados con el recurso hídrico en la microcuenca del río Huayllani*

- ¿Quiénes son (instituciones, organizaciones, etc.) los principales actores relacionados con el recurso hídrico en la microcuenca?
- ¿Qué perfil tienen, cuál es la función o papel de esos actores en la gestión y gobernanza del agua en la microcuenca?
- ¿Cuál es el grado de relacionamiento e interacción entre esos actores y en qué temas específicos se da ese relacionamiento?

#### *2. Identificar, describir y demarcar, de manera participativa, las principales nacientes, fuentes de agua y áreas aparentes de recarga hídrica para consumo de la microcuenca del río Huayllani*

- ¿Cuáles son, dónde están ubicadas y qué características biofísicas, ambientales y socioeconómicas tienen las principales nacientes, fuentes de agua y áreas aparentes de recarga hídrica de la microcuenca del río Huayllani?
- ¿El manejo de las zonas aledañas a las fuentes de agua y áreas aparentes de recarga hídrica corresponden con los enfoques y criterios de manejo y gestión de cuencas?
- ¿Cuál es el posible impacto de las intervenciones en las zonas potenciales de recarga hídrica sobre las fuentes de agua?

#### *3. Analizar la vulnerabilidad integral (socioeconómica, biofísica, ambiental) de las principales fuentes de agua para consumo humano y zonas aparentes de recarga hídrica*

- ¿Cuáles indicadores y variables permiten caracterizar y determinar el nivel de vulnerabilidad específica e integral de las fuentes de agua y las zonas de recarga hídrica potencial?
- ¿Cuál es la magnitud de cada tipo de vulnerabilidad y de manera integral?

- ¿Cuáles son los factores que más influyen en la vulnerabilidad de las áreas donde se ubican las fuentes de agua y zonas aparentes de recarga y de qué manera influyen?
- 4. *Determinar la oferta y demanda actual y futura de agua para uso humano y otras actividades del medio rural de la microcuenca del río Huayllani***
- ¿Cuál es el potencial hidrológico (oferta) de la microcuenca del río Huayllani para abastecer las poblaciones aledañas en los próximos 5 ó 10 años?
  - ¿Cuál es la demanda actual y proyectada de agua para consumo y otras actividades de las zonas rurales?
  - ¿Existen conflictos en la actualidad producto del desabastecimiento de agua en la microcuenca del río Huayllani?

## **CAPITULO II.**

### **2.1 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

#### **2.1.1 Conceptos básicos**

##### **2.1.1.1 Cuenca hidrográfica**

Es el espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas (Visión Mundial 2001). Las cuencas hidrográficas han sido consideradas desde tiempos remotos como las unidades o espacios geosociales y políticos más adecuados para la planificación y desarrollo, su mayor énfasis se ha orientado hacia temas de carácter hidrológico (Zury 2004). Es una unidad natural con límites definidos por la división geográfica hacia donde escurren las aguas, desde la parte más alta hasta el punto de salida del agua en la parte más baja (Cajina y Faustino 2007).

##### **2.1.1.2 Manejo integral de cuencas**

El manejo integrado de cuencas hidrográficas es el conjunto de acciones que se realizan para proteger, conservar, utilizar, aprovechar, manejar y rehabilitar adecuadamente los recursos naturales en las cuencas hidrográficas de acuerdo a los enfoques sistémico, socioambiental, integral, multi e interdisciplinario, multi e intersectorial del agua como recurso integrador de la cuenca. Promueve buscar la sostenibilidad ecológica, social y económica de los recursos naturales en el ambiente en el contexto de la intervención humana, sus necesidades y responsabilidades del riesgo a la ocurrencia de desastres, principalmente de origen hidrometeorológico (Jiménez 2010a).

##### **2.1.1.3 Gestión de cuencas**

El proceso de gestión de cuencas, incluye el concepto de manejo integral de cuencas, pero además enfatiza en los procesos y acciones (la gestión) necesarias para lograr los recursos humanos, económicos, logísticos y administrativos requeridos para lograr ese manejo integral o manejo de la cuenca (Jiménez 2010a), donde el objetivo de manejo de cuencas es el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales, en especial el agua (Ramakrishna 1997).

La gestión tiene como base un conjunto de procesos y acciones, denominado ciclo de la gestión de cuencas que incluye el reconocimiento de la cuenca, la identificación y análisis de los actores e informantes claves, el diagnóstico, el ordenamiento del territorio,

el establecimiento de la línea base, la elaboración e implementación del plan de gestión de cuenca, los mecanismos de gestión financiera y administrativa, el sistema de monitoreo y evaluación, así como la sistematización y comunicación de las experiencias (Jiménez 2010a).

### **2.1.2 La cuenca como sistema**

El elemento más importante en definir a la cuenca como unidad de planificación y de cogestión es que la misma constituye un sistema. La cuenca hidrográfica concebida como un sistema significa que la cuenca es un todo, funcionalmente indivisible e interdependiente, conformada por las interrelaciones dinámicas en el tiempo y en el espacio de diferentes subsistemas. Considerando aspectos como; social, económico, político, institucional, cultural, legal, tecnológico, productivo, físico y biológico, componentes que interactúan en el tiempo y en el espacio (Jiménez 2010a).

### **2.1.3 La gestión del agua por cuencas**

La cuenca, sea en forma independiente o interconectada con otras, es reconocida como la unidad territorial más adecuada para la gestión integrada de los recursos hídricos. La validez de usar el espacio conformado por una cuenca (Dourojeanni *et al.* 2002), o cuencas interconectadas, como territorio base para la gestión integrada del agua ha sido enfatizada y recomendada en todas las grandes conferencias internacionales sobre los recursos hídricos (Dourojeanni y Jouravlev 2002; Dourojeanni *et al.* 2002).

Las políticas para utilizar el territorio de una cuenca como base para la gestión del agua han tenido diferentes enfoques y una desigual evolución en los países de América Latina y el Caribe (Dourojeanni *et al.* 2002). La eficacia en la gestión del agua, es mejorar su administración, de las características físicas, químicas y biológicas del recurso agua (Rivas *et al.* 2003), procurando el saneamiento de sus corrientes, cauces, ordenando a hacer más eficientes sus usos, manejo y aprovechamiento (Faustino *et al.* 2006), proporcionando calidad de vida en equilibrio ambiental (Rivas *et al.* 2003).

La gestión del agua por cuencas dentro del ámbito de una cuenca, o de cuencas interconectadas, se centra casi exclusivamente en captar, regular, controlar, aprovechar y tratar dicho recurso haciendo uso de obras hidráulicas y auxiliares (Dourojeanni y Jouravlev 2001a; Dourojeanni *et al.* 2002); las instituciones y organismos que interactúan en las cuencas respectivos pueden ser de tipo sectorial o multisectorial. Sus principales objetivos son normalmente balancear la oferta con la demanda de agua, así como controlar o mitigar los efectos extremos con que se presenta el agua en épocas de

sequías o de inundaciones (Dourojeanni y Jouravlev 2001b); de acuerdo a estudios recientes la cuenca hídrica sería la unidad más sensata en donde implementar estrategias de transferencia de agua (Solanes y González 2001).

**2.1.4 El ciclo de la gestión de cuencas o gestión integral de cuencas hidrográficas**

El manejo de cuencas y los recursos naturales, requiere de un análisis cuidadoso y planificado, para lograr alcanzar objetivos integrales, de cambios sustanciales, de largo plazo y que sean sostenibles. Esto da lugar a un ciclo de etapas, pasos o fases (Figura 1) que tienen una lógica de desarrollo, donde debe de involucrar a un grupo de actores definida en forma participativa y democrática (Jiménez 2010a).

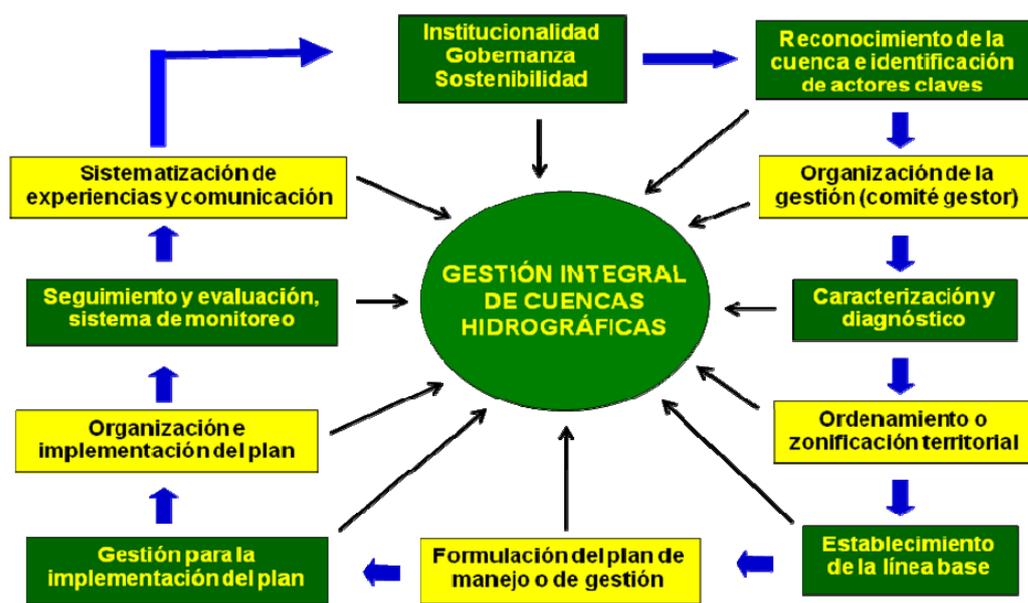


Figura 1. El ciclo, procesos del manejo y la gestión integral de cuencas hidrográficas  
Fuente: Jiménez (2010a).

**2.1.5 Agua para consumo humano**

El agua para consumo humano ha sido definida en las guías para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS 1998), como aquella “adecuada para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal”. En esta definición está implícito que el uso del agua no debería presentar riesgo de enfermedades a los consumidores (Rojas 2002).

Las principales fuentes de contaminación de las aguas tanto dulces como del mar son la descarga directa de aguas servidas de origen doméstico e industrial. Hay una falta generalizada de plantas de tratamiento de aguas servidas salvo, en algunos casos, para los desechos industriales más tóxicos. Otro factor importante que contribuye a la

contaminación de las aguas es la evacuación directa de desechos sólidos en los cuerpos de agua cercanos a las poblaciones, así como su disposición en vertederos abiertos, sin control alguno (Dourojeanni *et al* 1999).

### **2.1.6 Zonas de recarga hídrica**

En términos generales se denomina recarga al proceso por el cual se incorpora a un acuífero agua procedente del exterior del contorno que lo limita. Son varias las procedencias de esa recarga, desde la infiltración de la lluvia (la más importante en general) y de las aguas superficiales (importantes en climas poco lluviosos), hasta la transferencia de agua desde otro acuífero, si los mismos son externos al acuífero o sistema acuífero en consideración (Custodio 1998).

#### **2.1.6.1 Clasificación de las zonas de recarga hídrica**

Según (Faustino 2006), citado por Matus (2007) que de acuerdo con el movimiento del agua en el suelo, subsuelo y manto rocoso, las zonas de recarga hídrica se pueden clasificar en:

- Zonas de recarga hídrica superficial
- Zonas de recarga hídrica subsuperficial
- Zonas de recarga hídrica subterránea
- Zonas de recarga hídrica subterránea

### **2.1.7 Análisis de vulnerabilidad de fuentes de agua y zonas de recarga hídrica**

Factor de riesgo interno de un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca a ser afectado, de ser susceptible a sufrir un daño, y de encontrar dificultades en recuperarse posteriormente. Corresponde a la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un fenómeno peligroso de origen natural o causado por el hombre se manifieste (Wilches-Chaux, 1993).

### **2.1.8 Organización y participación en el manejo y gestión de cuencas**

La organización en una cuenca, se emplea en un sentido muy amplio, donde la comunicación es muy importante en los diferentes niveles (Jiménez 2010b). El nivel de organización puede tener escalas de operación y responsabilidades, tales como red de captación de agua, microcuenca, subcuenca, cuenca, regiones y vertientes hidrográficas. La terminología de identidad toma variadas alternativas; comités, consejos, autoridades

y corporaciones de cuencas entre las más frecuentes (Faustino y Jiménez 2005). La organización implica la estructuración de las relaciones que deben existir entre las funciones, jerarquías, responsabilidades y actividades necesarias para lograr la máxima eficiencia dentro de los planes y objetivos señalados y para alcanzar los fines establecidos (Jiménez 2010b).

## CAPITULO III.

### 3.1. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1.1 Ubicación de la zona de estudio

La microcuenca del río Huayllani pertenecientes a la provincia de Lampa, se encuentra ubicada en la Región de Puno (Figura 2). Se encuentra en la parte alta de la provincia de Lampa, tiene una superficie de 21,714.71 has, cuyas alturas oscilan entre los 3872 hasta los 4900 msnm. Con temperaturas promedio entre  $-4.6\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $18.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , precipitación promedio anual de 537.31 a 700 mm/año. Albergando a una población de 7210 habitantes que involucra 1713 familias.

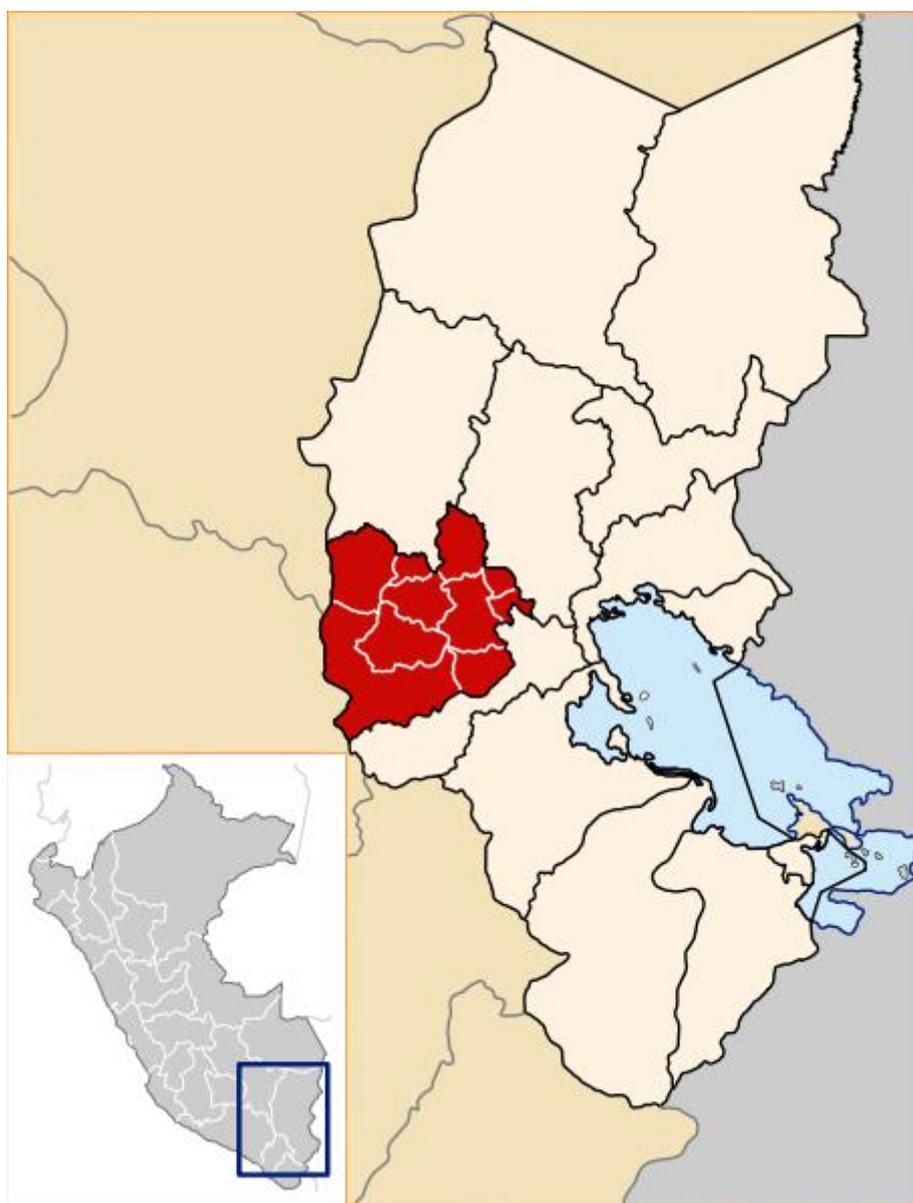


Figura 2. Mapa de ubicación de la microcuenca del río Huayllani.

### 3.1.2 Características geomorfológicas de la cuenca

La geomorfología.- es la rama de la geografía física que estudia de manera descriptiva y explicativa el relieve de la Tierra, el cual es el resultado de un balance dinámico, que evoluciona en el tiempo entre procesos constructivos y destructivos, dinámica que se conoce de manera genérica como ciclo geomorfológico.

La morfología.- La morfología de una cuenca queda definida por su forma. Para un mejor enfoque sobre el estudio de las cuencas se establece los parámetros de forma, parámetros de relieve y parámetros de la red hidrográfica, generalmente. Las características físicas desempeñan un papel esencial en la respuesta hidrológica de una cuenca hidrográfica. Recíprocamente, el carácter hidrológico de la misma contribuye considerablemente a formar sus características físicas.

#### 3.1.2.1 Parámetros de forma de la cuenca

El contorno de la cuenca define la forma y superficie de ésta, lo cual posee incidencia en la respuesta, en el tiempo que poseerá dicha unidad, en lo que respecta al caudal evacuado. Así, una cuenca alargada tendrá un diferente tiempo de concentración que una circular, al igual que el escurrimiento manifestará condiciones disímiles. Por ejemplo, en una cuenca circular, el agua recorre cauces secundarios antes de llegar a uno principal; en una cuenca alargada se presenta en general un solo cauce que es el principal y por ende, el tiempo de concentración será mayor que el anterior caso.

Los principales factores de forma son:

- A. Área de la cuenca (A).
  - B. Perímetro de la cuenca (P).
  - C. Longitud del río principal (L).
  - D. Ancho promedio de la cuenca (Ap.).
  - E. Coeficiente de compacidad o índice de Gravelius (Kc).
  - F. Factor de forma (Ff).
  - G. Rectángulo equivalente (RE).
- A. Área de la cuenca (A)**

Es la superficie de la cuenca comprendida dentro de la curva cerrada de la divisoria de aguas. El área se ha obtenido con el uso del programa ARC GIS.

Dependiendo de la ubicación de la cuenca, su tamaño influye en mayor o menor grado de producción de escorrentía, tanto directa como de flujo base o flujo sostenido. El área de la subcuenca del río Huayllani es 32.55 km<sup>2</sup>.

**B. Perímetro de la cuenca (P)**

El perímetro de la subcuenca del río Huayllani es de 30.70 km.

**C. Longitud del río principal (L)**

Es la longitud mayor de recorrido que realiza el río, desde la cabecera de la cuenca, siguiendo todos los cambios de dirección o sinuosidades, hasta un punto fijo de interés, puede ser una estación de aforo o desembocadura, expresado en unidades de longitud.

La longitud del curso principal de la subcuenca del río Huayllani es de 10.95 km.

**D. Ancho promedio de la cuenca (Ap)**

Relación entre el área de la cuenca y la longitud del cauce principal, cuya expresión es la siguiente:

$$A_p = \frac{A}{L}$$

Dónde:

$A_p$  = Ancho promedio de la cuenca (km).

$A$  = Área de la cuenca (km<sup>2</sup>).

$L$  = Longitud del cauce principal (km).

El ancho promedio de la subcuenca del río Huayllani es de 2.97 km.

**E. Coeficiente de compacidad o índice de Gravelius (Kc)**

Parámetro a dimensional que relaciona el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo de igual área que el de la cuenca. Este parámetro, al igual que el anterior, describe la geometría de la cuenca y está estrechamente relacionado con el tiempo de concentración del sistema hidrológico.

Las cuencas redondeadas tienen tiempos de concentración cortos con gastos pico muy fuerte y recesiones rápidas, mientras que las alargadas tienen gastos pico más atenuado y recesiones más prolongadas.

$$K_c = 0.282 \left[ \frac{P}{\sqrt{A}} \right]$$

Dónde:

P = perímetro de la cuenca (km).

A = área de la cuenca (km<sup>2</sup>).

De la expresión se desprende que Kc siempre es mayor o igual a 1, y se incrementa con la irregularidad de la forma de la cuenca. Este factor a dimensional constituye un índice indicativo de la tendencia de avenida en una cuenca.

Una cuenca de forma circular posee el coeficiente mínimo igual a 1 y tiene mayor tendencia a las crecientes en la medida que el valor de Kc se aproxima a la unidad; cuando se aleja de la unidad, presenta una forma más irregular con relación al círculo.

Cuando el Kc = 1: tiempo de concentración menor, cuenca circular, mayor tendencia a crecientes y Kc = 2: tiempo de concentración mayor, cuenca de forma alargada, menor tendencia a crecientes.

El coeficiente de compacidad de la subcuenca del río Huayllani es de 1.51, indica que la cuenca es de forma regular cuadrada debiendo estar expuesta de moderada a mayor tendencia a las crecientes que una cuenca de forma alargada.

#### **F. Factor de Forma (Ff)**

Definido como el cociente entre la superficie de la cuenca y el cuadrado de su longitud máxima, medida desde la salida hasta el límite de la cuenca, cerca de la cabecera del cauce principal a lo largo de una línea recta.

$$Ff = \frac{A}{L^2}$$

Dónde:

A = Área de la cuenca (km<sup>2</sup>).

L = Longitud de cauce principal de la cuenca (km).

Para un círculo Ff = 0.79, para un cuadrado con la salida en el punto medio de uno de los lados Ff = 1 y con la salida en una esquina Ff = 0.5 (Mintegui et al, 1993).

El Factor de Forma determinado para la subcuenca del río Huayllani es de 0.27, lo cual explica que la cuenca es de forma cuadrada y estaría más sujeta a crecientes continuas.

### G. Rectángulo equivalente ( $R_E$ )

Es la representación geométrica de una cuenca definida como un rectángulo que tenga la misma área de la cuenca. La longitud de sus lados está dado por:

$$R_E = 0.25 * P \pm \sqrt{\left(\frac{P}{4}\right)^2 - A}$$

Dónde:

- L y l = Longitud de sus lados del rectángulo (mayor y menor) en km.  
 P = Perímetro de la cuenca (km).  
 A = Área de la cuenca (km<sup>2</sup>).

La longitud mayor y menor de la subcuenca del río Huayllani es de 232.55 km y 217.20 km.

#### 3.1.2.2 Parámetros de relieve de la cuenca

El relieve posee una incidencia más fuerte sobre la escorrentía que la forma, dado que a una mayor pendiente corresponderá un menor tiempo de concentración de las aguas en la red de drenaje y afluentes al curso principal. Es así como a una mayor pendiente corresponderá una menor duración de concentración de las aguas de escorrentía en la red de drenaje y afluentes al curso principal.

Para describir el relieve de una cuenca existen numerosos parámetros que han sido desarrollados por varios autores; entre los más utilizados destacan:

- Curva hipsométrica.
- Polígono de frecuencias de áreas parciales.
- Altitud media de la cuenca (Hm).
- Altitud de frecuencia media.
- Altitud más frecuente.
- Pendiente media de la cuenca.
- Índice de pendiente de la cuenca (Ip).

### A. Curva hipsométrica

Es utilizada para representar gráficamente cotas de terreno en función de las superficies que encierran. Para su trazado se debe tener en cuenta que sobre la sección de control (altitud mínima de la cuenca), se tiene el cien por ciento de su superficie. Si

se ubica en el punto más alto de la cuenca y se calcula a partir de cada curva de nivel, las áreas acumuladas por encima de ellas, se puede construir la curva hipsométrica (Martínez et al, 1996). En general, tanto las alturas como las superficies son definidas en términos porcentuales.

Llamada también Curva de Área – Elevación, representa gráficamente las elevaciones del terreno en función de las superficies correspondientes.

Se define como curva hipsométrica a la representación gráfica del relieve medio de la cuenca, construida llevando en el eje de las abscisas, longitudes proporcionales a las superficies proyectadas en la cuenca, en  $\text{km}^2$  o en porcentaje, comprendidas entre curvas de nivel consecutivas hasta alcanzar la superficie total, llevando al eje de las ordenadas la cota de las curvas de nivel consideradas.

Las curvas hipsométricas también son asociadas con las edades de los ríos de las respectivas cuencas. La curva hipsométrica para la subcuenca del río Huayllani, se muestra en la Figura N° 2.1.

#### **B. Polígono de frecuencias de áreas parciales**

El *polígono de frecuencias* es un gráfico de barras de las áreas parciales (%) con respecto al intervalo de altitudes (msnm) que las encierran. Representa la variación de las áreas parciales comprendidas entre determinadas curvas de nivel consecutivas.

Del polígono de frecuencias se puede obtener valores representativos como: la altitud más frecuente, que es el polígono de mayor porcentaje o frecuencia de áreas parciales.

La distribución gráfica del porcentaje de áreas parciales ocupadas por diferentes rangos de altitud para la subcuenca del río Huayllani, se distingue en la Figura N° 2.2.

La subcuenca del río Huayllani presenta una tendencia de concentración de superficie en la parte media de la microcuenca.

Figura N° 2.1 Curva hipsométrica de la subcuenca del río Huayllani

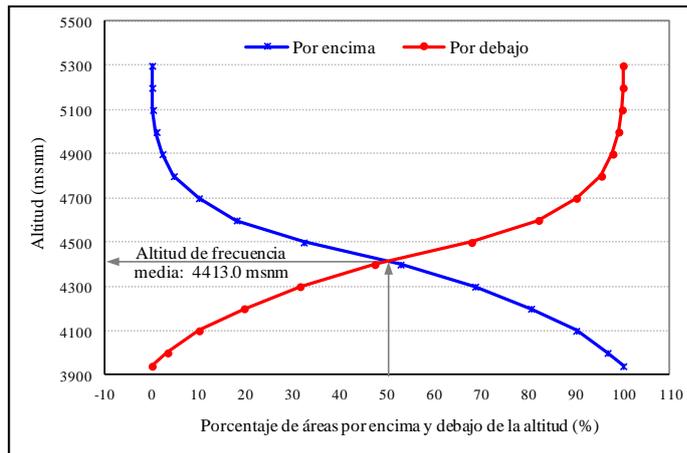


Figura N° 2.2

Polígono de frecuencias de la subcuenca del río Huayllani

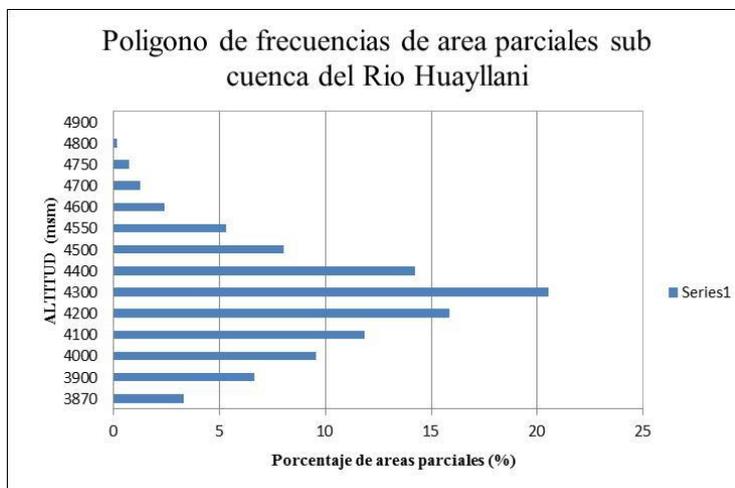


Figura: Polígono de frecuencia de áreas parciales

El cuadro de distribución de altitudes para la elaboración de la curva hipsométrica, polígono de frecuencias de áreas parciales, cálculo de la altitud media, altitud de frecuencia media e índice de pendiente de la subcuenca del río Huayllani, se muestra en el anexo.

**C. Altitud media de la cuenca**

Corresponde a la ordenada media de la curva hipsométrica, y su cálculo obedece a un promedio ponderado: elevación – área de la cuenca.

La altura o elevación media tiene importancia principalmente en zonas montañosas donde influye en el escurrimiento y en otros elementos que también afectan el régimen hidrológico, como el tipo de precipitación, la temperatura, etc. Para obtener la elevación media se aplica un método basado en la siguiente fórmula:

$$Hm = \frac{\sum_{i=1}^n (C_i \cdot a_i)}{A}$$

Dónde:

Hm = Elevación media de la cuenca (msnm).

$C_i$  = Cota media del área i, delimitada por 2 curvas de nivel (msnm).

$a_i$  = Área i entre curvas de nivel (km<sup>2</sup>).

A = Área total de la cuenca (km<sup>2</sup>).

La altitud media de la subcuenca del río Huayllani es de 4297.01 msnm.

#### **D. Altitud de frecuencia media**

Es la altitud correspondiente al punto de abscisa media de la curva de frecuencia de altitudes, en ella, el 50% del área de la cuenca, está situado por encima de esa altitud y el 50% por debajo de ella.

La altitud de frecuencia media de la subcuenca del río Huayllani es de 4297.01 msnm, y el área por encima de esta cota es de 21.38 km<sup>2</sup> que representa el 50% del total de la superficie de la cuenca.

#### **E. Altitud más frecuente**

Es la altitud predominante con mayor porcentaje de área de la cuenca. En la Figura N° 2.2 para la subcuenca del río Huayllani, la altitud predominante se encuentra entre el intervalo de las cotas de 4300 a 4975 msnm, es donde se tiene mayor porcentaje de área de la cuenca.

#### **F. Pendiente media de la cuenca**

Este parámetro de relieve es importante debido a su relación con el comportamiento hidráulico de drenaje de la cuenca, y tiene una importancia directa en relación a la magnitud de las crecidas. Para su estimación se emplea el sistema del “Rectángulo Equivalente”.

$$S_m = \frac{H}{L_m}$$

Dónde:

$S_m$  = Pendiente media de la cuenca.

H = Desnivel total (cota en la parte más alta - cota en la parte más baja), en km.

$L_m$  = Lado mayor del rectángulo equivalente (km).

La subcuenca del río Huayllani tiene una pendiente media de 4.751 m/m.

**G. Índice de pendiente de la cuenca (Ip)**

El índice de pendiente representa la pendiente promedio de todas las áreas elementales de la cuenca y es importante para el estudio de la infiltración, recarga de acuíferos y clasificación de cuencas.

$$I_p = \sum_{i=1}^n \sqrt{\beta_i (a_i - a_{i-1})} \frac{1}{\sqrt{L}}$$

Dónde:

$I_p$  = Índice de pendiente.

$n$  = Número de curvas de nivel existente en el rectángulo equivalente, incluido los extremos.

$a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  = Cotas de las  $n$  curvas de nivel consideradas (km).

$\beta_i$  = Fracción de la superficie total de la cuenca comprendida entre las cotas  $a_i - a_{i-1}$ . ( $\beta_i = A_i / A_T$ )

$L$  = Longitud del lado mayor del rectángulo equivalente (km).

El índice de pendiente de la subcuenca del río Huayllani es de 1.76.

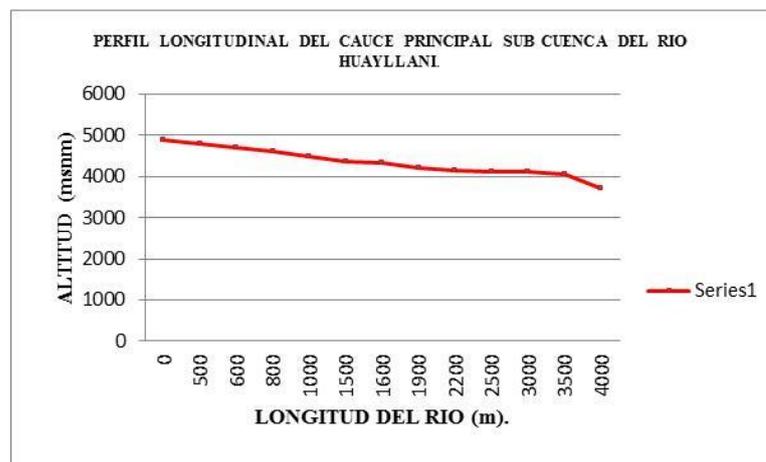


Figura: Perfil longitudinal del cauce.

**3.2 METODOLOGÍA**

La investigación se desarrolló en tres etapas interdependientes (Figura 3): la primera consistió en la planificación y diseño metodológico; la segunda fue desarrollado de la

metodología por objetivos y en la tercera fase se elaboró el documento final de investigación. Para el desarrollo de la investigación se contó con el apoyo de la Universidad Nacional del Altiplano a través de la Oficina de Investigación.

Se utilizó las fuentes de información que se describe a continuación, por cada fase, con el propósito concretizar el presente estudio:

#### Etapa I:

- Se realizó la inducción a la investigación y la recopilación de información.
- Fuentes secundarias de información: revistas, libros, tesis, artículos, folletos, boletines, estudios, discos compactos, bases de datos, Internet, periódicos, documentos, mapas, fotos, hojas cartográficas, entre otros.
- Fuentes primarias de información: Procesamiento de información básica: generación de mapas de uso actual del suelo y conflicto de uso del suelo, utilizando herramientas informáticas como el SIG, procesamiento de datos y estadísticos para cuantificar y caracterizar.

#### Etapa II:

- Informantes claves: autoridades de salud, Comité técnico de la microcuenca en estudio, Agrorural<sup>1</sup>, Ministerio de Agricultura, UNA, SENAMHI, agricultores y ganaderos de la microcuenca, la Municipalidad de Provincial de Lampa, intelectuales, líderes políticos, instituciones estatales, ONG, entre otros.
- Recorridos de campo: transectos, visitas guiadas, consultas abiertas, zonas críticas, verificación, validación, generación de información.
- Entrevistas: estructuradas, semiestructuradas, dirigidas.
- Reuniones: talleres y reuniones con los actores claves, autoridades, grupos organizados como los comités de riego y de agua potable, y la percepción del investigador, tomando en cuenta las asamblea del comité de cuenca del río Huayllani.

#### Etapa III:

- Redacción final: procesamiento y análisis de la información obtenida en campo, realización de consultas con expertos y la guía del comité evaluador.

---

<sup>1</sup> Agrorural, es el Programa de alcance comunitario para promover el manejo y conservación de los suelos, agua y cuencas hidrográficas.

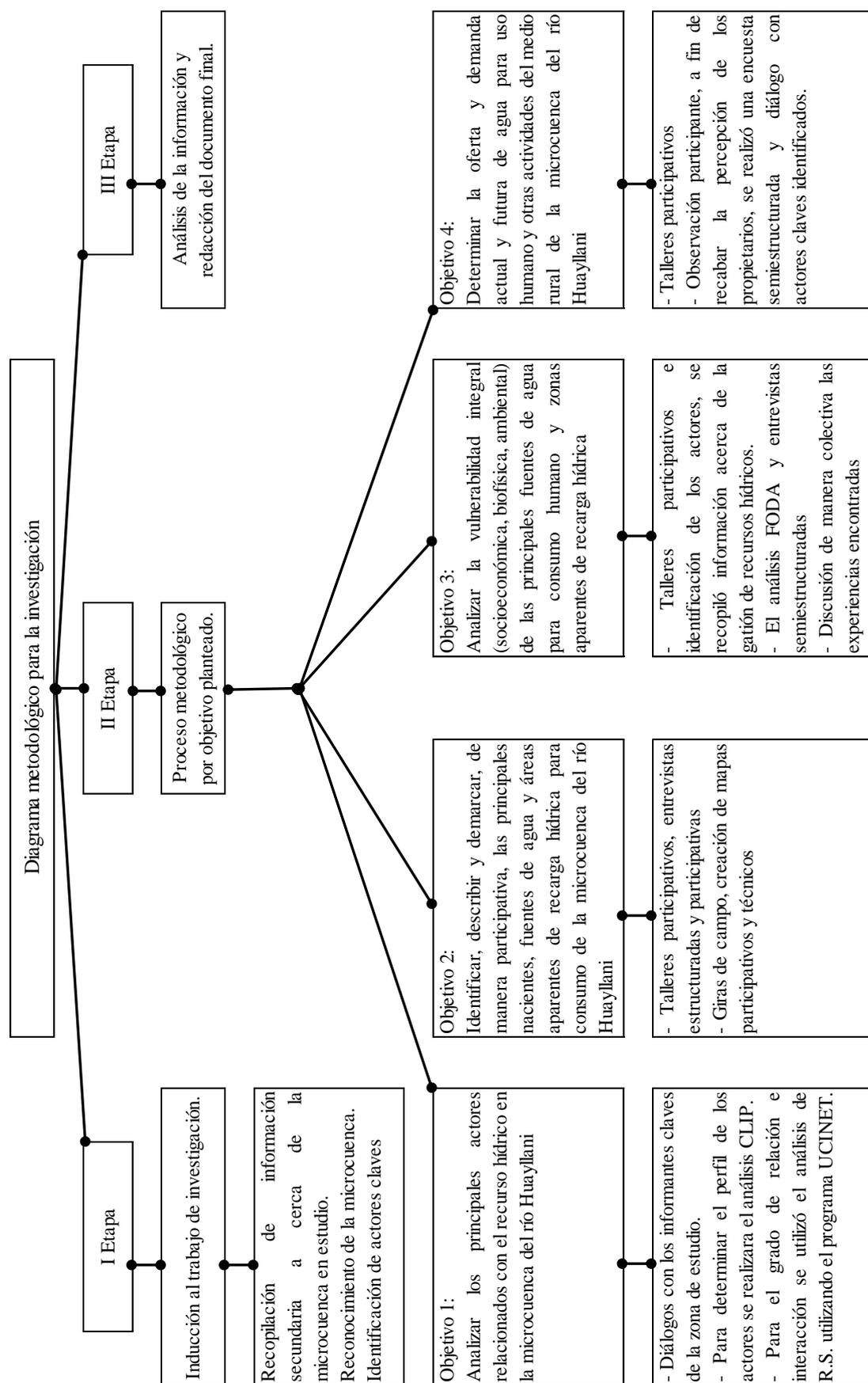


Figura 3. Proceso metodológico general de la investigación.

### **3.2.1. Metodología por objetivos específicos**

#### **3.2.1.1 Objetivo 1. Analizar los principales actores relacionados con el recurso hídrico en la microcuenca del río Huayllani**

Para el cumplimiento de este objetivo se aplicaron las siguientes herramientas metodológicas:

##### **a. Identificación de los actores**

Para la identificación de los actores se utilizó el método de identificación nominal, mediante registros escritos, identificación por parte de informantes claves, listas de verificación y selección propia (Jiménez 2010c).

En la identificación de actores se consideraron varios criterios como: liderazgo local y comunal, poder de convocatoria a la población civil, su rol en la toma de decisiones, actitud hacia el manejo de los recursos naturales y el ambiente, intereses comunes, poder económico, el papel como medio de comunicación entre los diferentes actores, el poder por sus influencias o por su representatividad política, por representar sectores claves de la población local, por ser propietario de grandes extensiones de tierra en la cuenca, por tener en su propiedad recursos naturales estratégicos (ej. fuentes de agua), por representar grupos organizados de la sociedad civil o de la empresa privada, por representar a las comunidades ante el gobierno local, estatal o nacional, por ser del gobierno local, entre otras (Jiménez 2010a).

##### **b. Caracterización de los actores**

Posterior a la identificación de actores se realizó su caracterización con base en los siguientes elementos:

- Funciones o roles que desempeñan dentro de la microcuenca.
- Perfil de los actores (análisis CLIP).
- Relacionamiento e interacción de actores (análisis de redes sociales).

Para caracterizar a los actores en función a los ítems antes mencionados, se realizó un taller en la comunidad Huayllani, en el salón comunal de la comunidad en mención, donde asistieron los comuneros de la comunidad y personas de la comunidad de Tumaruma pertenecientes a la microcuenca en estudio, catalogadas como actores claves según la identificación nominal que realizó el investigador.

**c. Perfil de los actores**

El perfil de los actores claves identificados según se describió en el acápite a, relacionados con la gestión del recurso hídrico en la microcuenca, se realizó utilizando el análisis de poder, interés, legitimidad y relaciones de colaboración y conflicto, denominado Análisis CLIP (por sus siglas en inglés) (Chevalier 2006; Chevalier y Buckles 2009; Pabón 2009).

El perfil de cada actor permitió clasificarlo como fuerte, dominante, influyente, vulnerable, respetado, inactivo, marginado (Cuadro 1). Esta técnica permite describir las características y las relaciones de los principales actores involucrados en una situación concreta y explorar formas de resolver los problemas sociales.

Cuadro 1. Calificación del poder, interés y legitimidad

Categorías		Símbolo	Calificaciones altas/medias	Sin/Con bajas calificaciones
MÁS ALTA	Dominante	PIL	Poder, interés (+ o -), legitimidad	
	Fuerte	PI	Poder, interés (+ o -)	Legitimidad
MEDIA	Influyente	PL	Poder, legitimidad	Interés (+ o -)
	Inactivo	P	Poder	Legitimidad, interés (+ o -)
	Respetado	L	Legitimidad	Poder, interés (+ o -)
MÁS BAJA	Vulnerable	IL	Interés (+ o -), legitimidad	Poder
	Marginado	I	Interés (+ o -)	Poder, legitimidad

Fuente: Chevalier (2006); Chevalier y Buckles (2009) y Pabón (2009).

Los principios que rigen el análisis CLIP son los siguientes (Chevalier 2006):

- Los **actores** son las partes cuyos intereses pueden resultar afectados por un problema o acción. También se incluye a aquellos que pueden incidir en el problema o acción utilizando los medios que estén a su disposición, tales como poder, legitimidad y los vínculos existentes de colaboración y conflicto.
- Los **intereses** son las pérdidas y ganancias, estas pérdidas y ganancias influyen en su acceso al poder, la legitimidad y las relaciones sociales. Para este estudio se modificó la interpretación de los intereses de los actores, expresándolos no como ganancias y pérdidas, sino como grados de interés (muy bajo o nulo, bajo, medio, alto, muy alto), que cada actor tiene, en el manejo y gestión sostenible del recurso hídrico en la microcuenca del río Huayllani.

- El **poder** es su habilidad para utilizar los recursos que controla para lograr sus objetivos. Estos recursos incluyen la riqueza económica, la autoridad política, la habilidad para utilizar la fuerza o amenazar con utilizarla, el acceso a la información (conocimiento y habilidades) y los medios de comunicación.
- La **legitimidad** es cuando otros actores reconocen, por ley o mediante las costumbres locales, sus derechos y responsabilidades y la determinación que se muestra cuando los ejerce.
- Las **relaciones sociales** abarcan los vínculos existentes de colaboración y conflicto que le afectan en una situación determinada y que puede utilizar para incidir en un problema o acción.
- La forma en que el poder, los intereses, la legitimidad y las relaciones sociales se distribuyen en cada situación determina la **estructura de los actores** y las posibles **estrategias** a utilizar para manejar los problemas sociales.

Los resultados se presentan en un cuadro analítico del conjunto de actores, tomando los criterios y calificaciones del Cuadro 1.

#### d. Relacionamiento de actores

El Análisis de Redes Sociales (ARS) permite determinar las relaciones de colaboración que se establecen en cualquier estructura organizativa (Caraballo y Más 2009); es una herramienta que permite conocer las interacciones entre actores claves (Sanz 2003; Rodríguez y Mérida 2004; Velázquez y Aguilar 2005; Clark 2006; Velázquez y Rey 2007) o cualquier clase de individuos, partiendo de datos de tipo cualitativo más que cuantitativo (Velázquez y Aguilar 2005; Velázquez y Rey 2007); en este estudio se utilizó la metodología de ARS propuesto por Sanz (2003) y por Clark (2006).

Según Sanz (2003), el ARS es un conjunto de técnicas de análisis para el estudio formal de las relaciones entre actores y para analizar las estructuras sociales que surgen de la recurrencia de esas relaciones o de la ocurrencia de determinados eventos. El Cuadro 2 muestra los indicadores para la aplicación del ARS. El análisis de la interacción y de relacionamiento de actores se realizó con base a la participación y/o intervención de acciones entorno a la gestión integrada de los recursos hídricos.

Cuadro 2. Tipos de indicadores más comunes en una red

Tipo de indicador	Nodo	Red completa	Descripción
Densidad	Sí	Sí	Muestra el valor en porcentaje de la Densidad de la Red, es decir, nos muestra la alta o baja conectividad de la Red. La Densidad es una medida expresada en porcentaje del cociente entre el número de relaciones existentes con las posibles.
Grado de centralidad	Sí	No	El Grado de centralidad es el número de actores a los cuales un actor está directamente unido.
Índice de centralización	No	Sí	Es una condición especial en la que un actor ejerce un papel claramente central al estar altamente conectado en la Red.
Grado de intermediación	Sí	Sí	Es la posibilidad que tiene un nodo para intermediar las comunicaciones entre pares de nodos. Estos nodos son también conocidos como actores puente.
Grado de cercanía	Sí	Sí	Es la capacidad de un actor para alcanzar a todos los nodos de la Red.

Fuente: Velázquez y Aguilar (2005)

La metodología se dividió en tres grandes etapas.

- a) Recopilación de información, incluyendo su codificación y ordenamiento. Para la recopilación de información sobre intercambios entre los actores en cada uno de los aspectos mencionados, se presentó los actores claves que participaron en el taller antes mencionados. Por consenso se determinó si la interacción entre los diferentes actores, fue unilateral (de una vía) o recíproca (de doble vía).
- b) Cálculo de los indicadores. El procesamiento y el análisis de la información se realizó utilizando el programa informático UCINET (versión 6.296). También se utilizó el programa NetDraw (versión 2.097, viene incluido en el programa UCINET) para obtener las representaciones gráficas de las redes. El cálculo de indicadores se realizó para la red asociada a cada aspecto arriba mencionado y de manera conjunta para todos los aspectos.
- c) Interpretación de los resultados. Para la interpretación de los datos procesados y obtenidos en el programa UCINET se utilizó como referencia una escala cuantitativa – cualitativa, sugerida por García (2010) y que se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Valores de referencia para evaluar los resultados de los indicadores de UCINET

Valor %	Significado
0 – 19,9	Muy bajo
20 – 39,9	Bajo
40 – 59,9	Medio
60 – 79,9	Alto
80 - 100	Muy alto

### 3.2.1.2 Objetivo 2. Identificar, describir y demarcar, de manera participativa, las principales nacientes, fuentes de agua y áreas aparentes de recarga hídrica para consumo de la microcuenca del río Huayllani

Para cumplir este objetivo se realizó lo siguiente:

La identificación de las Zonas Potenciales Recarga Hídrica (ZPRH) y fuentes de agua se realizó mediante procesos participativos. Lo primero que se realizó fue un taller de inducción en donde se le explicó a los actores locales los criterios prácticos de cómo se identifican las áreas posibles de recarga hídrica según la metodología MANEJO por Matus (2007). De esta manera se unificaron los criterios de identificación de áreas de recarga hídrica y nacientes de agua para consumo humano, lo cual facilitó a la hora de realizar el taller participativo, que tanto los técnicos como actores locales estuviesen sincronizados sobre los mismos parámetros y criterios que se evaluaron. La descripción de las áreas demarcadas se realizó con base en los usos de la tierra, vegetación predominante y con la colaboración de los actores locales, quienes conocen y pueden facilitar la caracterización de las zonas.

El desarrollo de talleres y el acompañamiento de campo por los actores locales fueron fundamentales, ya que son ellos quienes conocen y pueden identificar dichas zonas. El resultado de los recorridos de campo y la toma de puntos con GPS fueron corroborados y trabajados mediante el programa ArcGis 9.3, lo que permitió generar los mapas de las zonas en estudio y posteriormente una evaluación y análisis general, en forma participativa, con todos los actores locales de la microcuenca del río Huayllani. La Figura 4 detalla el proceso para la determinación de manera participativa las principales nacientes, fuentes de agua y áreas aparentes de recarga hídrica por el método práctico adaptado de Matus (2007).

Además se desarrolló el método RAS para corroborar los datos obtenidos de los talleres participativos en donde los actores locales plasmaron según los conocimientos adquiridos las posibles zonas de recarga hídrica. La metodología RAS

es la determinación de la recarga de agua subterránea para una zona y se puede decir que es una metodología fácil de aplicar que usa datos disponibles del país. Es una aproximación a la realidad y puede dar el potencial de la recarga acuífera; del agua subterránea disponible en una zona. Para este mapeo se ha considerado como los factores más importantes: el clima, la geología en conjuntos con la vegetación, la topografía y el uso de suelos.

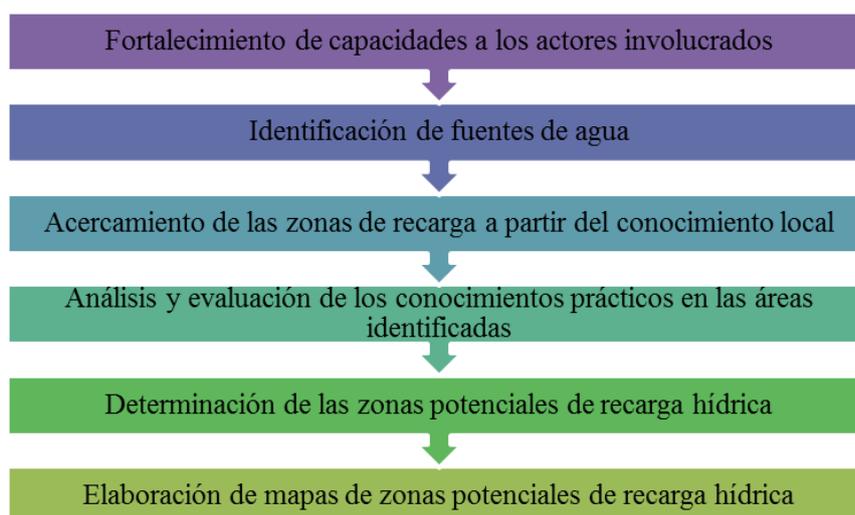


Figura 4. Esquema metodológico para determinar zonas potenciales de recarga hídrica

Fuente: adaptado de Matus (2007) y González (2011).

Luego de identificadas las fuentes de agua y posibles zonas de recarga hídrica, se analizó los sistemas de producción, describiendo las actividades que podrían influir en el recurso hídrico. Para lograr esto se realizó, en conjunto con los propietarios, giras de campo y entrevistas estructuradas y participativas.

### 3.2.1.3 Objetivo 3. Analizar la vulnerabilidad integral (socioeconómica, biofísica, ambiental) de las principales fuentes de agua para consumo humano y zonas aparentes de recarga hídrica

Se realizaron talleres con personal de las instituciones comprometidas con el uso y manejo del agua, para analizar la vulnerabilidad integral de las principales fuentes de agua para consumo humano y zonas aparentes de recarga hídrica, se aplicó la metodología manejo por (Wilches-Chaux 1993), donde para cada tipo de vulnerabilidad (social, económica, política, institucional, ideológica, cultural, educativa, física, técnica, ecológica) se establecen variables y sus indicadores. Las variables e indicadores que se evaluaron para determinar la vulnerabilidad, se apoyó

en información de las leyes, normativas, reglamentos, información secundaria sobre la vulnerabilidad de los sistemas de agua potable y otras que se consideraran de mucha importancia para su evaluación, tomando en cuenta el impacto que puedan tener sobre el recurso hídrico.

La calificación para cada tipo de vulnerabilidad estará determinada por el promedio de los indicadores de cada tipo calificado; por lo que a cada indicador se evaluará en el siguiente rango, de 0 a 4, donde 0 corresponde a vulnerabilidad nula o muy baja, 1 a vulnerabilidad baja, 2 a vulnerabilidad media, 3 a vulnerabilidad alta y 4 a vulnerabilidad muy alta.

#### **3.2.1.4 Objetivo 4. Determinar la oferta y demanda actual y futura de agua para uso humano y otras actividades del medio rural de la microcuenca del río Huayllani**

Para cumplir este objetivo se realizó lo siguiente:

Para determinar los puntos en donde se captan agua para el consumo humano se realizó un taller participativo en la comunidad de Huayllani, con el objetivo de ubicar las nacientes de agua. Esto permitió, luego, realizar giras de campo con los actores locales en donde se tomaron puntos con GPS y el correspondiente aforo.

La práctica de aforo de las fuentes de agua para consumo humano se realizó en las dos épocas bien establecidas, épocas de avenida y estiaje. Los aforos correspondientes a la época de estiaje se realizaron en los meses entre mayo a julio. Dadas las características de las fuentes de la microcuenca se utilizó el método de aforo volumétrico, para determinar la oferta del agua para consumo humano, mismo que consiste en hacer llegar a la corriente, un depósito o recipiente de volumen (V) conocido, y medir el tiempo (T), requerido para llenar el depósito (Villón 2002).

$$Q = V/T$$

Dónde:

Q = caudal, en l/s ó m<sup>3</sup>/s

V = volumen del depósito, en litros ó m<sup>3</sup>

T = tiempo en que se llena el depósito, en segundos

Este método es el más efectivo, para el caso de caudales pequeños. Se realizaron mediciones de caudal de las quebradas existentes que son: caudal total y caudal

aprovechado. El primero se refiere a la cantidad total que tiene el manantial, mientras el segundo a la cantidad aprovechada agua para riego.

Con respecto al cálculo de la demanda de agua, se analizó en función a los datos de población, considerando el índice de crecimiento anual para la comunidad de Huayllani. Para el caso de la microcuenca del río Huayllani se realizó en función a la tasa de crecimiento poblacional, de acuerdo a los datos del Instituto Nacional de Estadística e Información (INEI), específicamente del departamento de censos nacionales, correspondientes para la provincia de Lampa, específicamente para el distrito de Lampa, comprendida en la zona de estudio.

Según Chaves (2004) los análisis más utilizados en demografía parten del supuesto que la población sigue cierto modelo matemático y el procedimiento consiste en estimar la relación funcional que lo explica. Generalmente se consideran tres modelos básicos: modelo aritmético, geométrico y exponencial, pero para nuestro trabajo se manejó el método aritmético.

Modelo aritmético: es el más simple de todos, supone que la población tiene un comportamiento lineal y por ende, la razón de cambio se supone constante, es decir, se incrementa en la misma cantidad cada unidad de tiempo considerada (Chaves 2004).

$$r = \left[ \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} \right]$$

$$P = P_i + (r * k)$$

Dónde:

P = Población a estimar

P<sub>i</sub> = Población base

r = Tasa de crecimiento entre dos censos

K = Número de años a estimar

Una vez obtenida la información se determinó la oferta y demanda del recurso hídrico para la población de la microcuenca del río Huayllani para los próximos 5 y 10 años.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que la cantidad mínima de agua para consumo humano (beber, cocinar, higiene personal y limpieza del hogar) es de 200 litros/habitante/día. A estas cantidades debe sumarse

el aporte necesario para la agricultura, la industria y, por supuesto, la conservación de los ecosistemas acuáticos, fluviales y, en general, dependientes del agua dulce.

## CAPITULO IV.

### **4.1. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

El presente capítulo está estructurado básicamente en cuatro partes, de acuerdo al cumplimiento de cada objetivo planteado; la primera parte trata sobre el análisis de los principales actores relacionados con el recurso hídrico en la microcuenca del río Huayllani a fin de identificar los actores involucrado en el manejo y gestión de los recursos hídricos de la microcuenca de estudio.

En la segunda parte se exponen sobre la identificación, descripción y demarcación, de manera participativa, las principales nacientes, fuentes de agua y áreas aparentes de recarga hídrica para consumo humano y riego de la microcuenca del río Huayllani, la manera de cómo se desarrollo fue de acuerdo a lo establecido en la metodología.

Para el tercer objetico se analizó la vulnerabilidad integral (socioeconómica, biofísica, ambiental) de las principales fuentes de agua para consumo humano y zonas aparentes de recarga hídrica, a fin de identificar cuan vulnerable son a la intervención humana y las acciones que se han venido desarrollando a la fecha.

Como cuarta y última parte se presenta la determinación de la oferta y demanda actual y futura de agua para consumo humano y riego y otras actividades del medio rural de la microcuenca del río Huayllani.

#### **4.1.1 Inducción de la investigación con los actores claves de la microcuenca del río Huayllani**

La primera actividad dentro de la programación del trabajo de campo fue la reunión con diferentes grupos y/o actores claves de la microcuenca. Sin embargo no se ha considerado a las instituciones como Municipalidad Provincial de Lampa, ALA Ramis y el Agrorural, en vista que no posee incidencia directa e indirecta, actividades que a la fecha no viene desarrollando en la zona de estudio. El objetivo de las reuniones fue presentar formalmente la investigación y recopilar, de parte de ellos, algunas inquietudes y datos útiles para la investigación.

De las reuniones con el personal antes mencionado se obtuvo una lista de dirigentes y de grupos organizados que sirvió de base para realizar los contactos en las diferentes comunidades en los cuales se planteó realizar el trabajo de investigación. Cabe destacar que las reuniones se realizaron en las dos comunidades (Tumaruma y Huayllani).

Como resultado de los trabajos de campo, se logró la identificación de los actores involucrados y la aplicación del análisis de redes a las dos comunidades que conforma la microcuenca. Es importante resaltar que dentro de las inquietudes de los actores locales que participaron en las diferentes reuniones y talleres predomina la necesidad de conocer mejor las leyes y reglamentos en materia de uso del agua, las zonas de recarga hídrica y la manera de cómo ellos puedan contribuir a mejorar el manejo y conservación de dichas zonas (González 2011).

## 4.2 RESULTADOS POR OBJETIVOS

### 4.2.1 Objetivo 1: Analizar los principales actores relacionados con el recurso hídrico en la microcuenca del río Huayllani

#### a) Principales actores relacionados con la gestión del recurso hídrico en la microcuenca

En el curso taller realizado con los actores claves de la microcuenca del río Huayllani (comunidad), se identificaron los actores que están directamente involucrados en la gestión y del recurso hídrico. Estos actores se categorizaron utilizando el mapeo de actores propuesto por Pabón (2009) y por Clark (2006), tal como se muestra en la Figura 5.

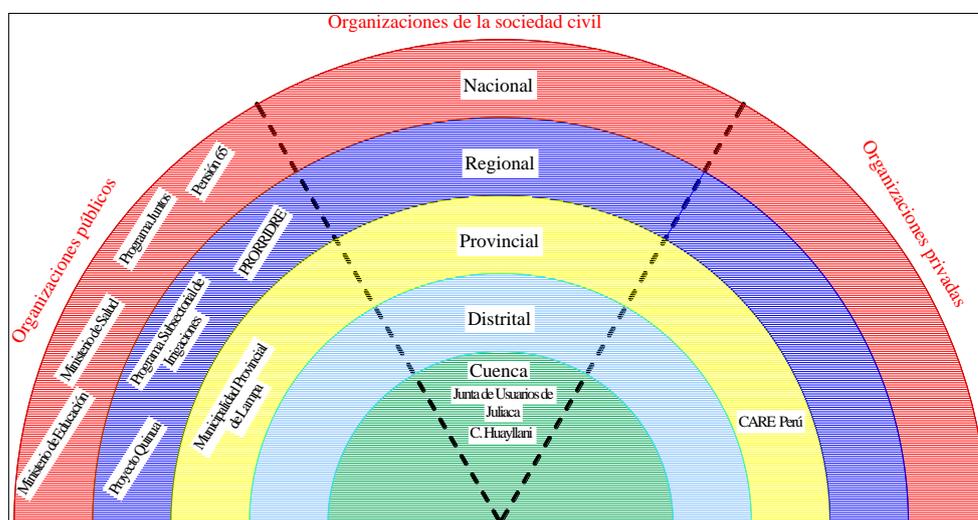


Figura 5. Mapeo de actores según el tipo de organización y su intervención en la microcuenca

La ausencia de actores para el desarrollo en las diferentes actividades a nivel de la microcuenca se evidencia en el desarrollo y la conservación del espacio territorial ocupado por Huayllani. Se debe aunar esfuerzos y articular las acciones, desarrollar e implementar una manejo de desarrollo sostenible con una visión integradora, holística,

de inclusión de al menos cinco componentes esenciales en la formulación de un marco de políticas en cuencas (territorios) (Sepúlveda *et al.* 2003): a) la multidimensionalidad; b) la inter temporalidad y la intergeneracionalidad; c) la multisectorialidad; d) la articulación de una economía territorial; y e) la búsqueda de una mayor coincidencia institucional.

Las políticas públicas deben de ir acompañado de la voluntad y compromiso político, el fomento de tecnologías amigables con el ambiente, el fortalecimiento de capacidades hacia los productores de agricultura y ganadería. La idea del mapeo realizado sirvió como elemento de diagnóstico para analizar con mayor detalle a los actores identificados. El diagnóstico evidencia la vulnerabilidad de actores en la participación e interacción entre los mismos, para la movilización y su vinculación estratégica, a través de mecanismos de enlace, comunicación y consenso para el acceso universal del desarrollo en la microcuenca.

#### **b) Las funciones que desempeña los principales actores en la gestión del recurso hídrico**

El Cuadro 4 presenta una descripción resumida, de las principales funciones y roles que tiene cada uno de los 11 actores principales identificados, que tiene relación con la gestión y la gobernanza del recurso hídrico en la microcuenca del río Huayllani. El perfil y la interacción de estos actores se presentarán en los acápites siguientes:

Entre las funciones que destacan son en los aspectos económicos, social y ambiental.

**Económico:** se brindan financiamiento para la ejecución de obras como una infraestructura vial mas no para la conservación y gestión de la microcuenca; así mismo el Programa Juntos y la pensión 65 que benefician a personas de la tercera edad; dichos programas son promovidos por el Gobierno Nacional.

**Social:** existe la ausencia de programas de fortalecimiento de capacidades a fin de realizar gestión ambiental, uso, aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos de la microcuenca.

**Ambiental:** las zonas potenciales de recarga hídrica aún están desprotegidas y poco conservadas.

Cuadro 4. Funciones de los actores influyentes en la gestión del recurso hídrico

Organización	Funciones que desempeñan en la microcuenca en los diferentes aspectos		
	Económico	Social	Ambiental
<b>CARE Perú</b>	Financia proyectos relacionados al medio ambiente y la seguridad ambiental.	Organiza a grupos de personas a fin de pertenecer a cadenas productivas.	Realizan educación ambiental.
<b>J.U. Juliaca</b>	Ninguna.	Organiza a los usuarios de riego a nivel de comités de riego.	Ninguna.
<b>M.P. Lampa</b>	Asigna recursos para la ejecución de obras públicas.	Programas de educación a la sociedad en general.	Provee con semillas para mejorar el piso forrajero y asistencia técnica y pecuaria.
<b>PSI</b>	Financia proyectos de riego	Organiza comités de riego para su administración.	Protege el medio ambiente a través de las obras construidas a raíz del programa.
<b>PRORRIDRE</b>	Financia proyectos de riego	Organiza a usuarios a fin de que administren los sistemas de riego.	Realizan educación ambiental.
<b>M. Educación</b>	Ninguna.	Educa a la población de la niñez en los niveles de primaria y secundaria.	Realizan educación ambiental.
<b>M. Salud</b>	Presta el servicio gratuito a las familias de bajos recursos económicos.	Realiza charlas para el bienestar de la salud de las familias.	Ninguna.
<b>P. Juntos</b>	Da un apoyo económico a las personas de bajos recursos económicos.	Organiza a fin de realizar alguna actividad productiva por zonas.	Ninguna.
<b>Pensión 65</b>	Da un apoyo económico a las personas de tercera edad y de bajos recursos	Poseen una organización de todas las personas empadronadas.	Ninguna.

**c) El perfil de los actores en la gestión del recurso hídrico**

La caracterización de los actores que desempeñan o tiene mayor incidencia en la gestión de los recursos hídricos, son aquellos actores que sobresalen en algún aspecto como fortalecimiento de capacidades, planificación de actividades o financiamiento de actividades de desarrollo (Cuadro 5).

En el presente estudio se realizó un análisis de diez actores involucrados en la gestión y gobernanza del recurso hídrico, utilizando la metodología de Análisis Social CLIP. Con base en la metodología manejo por Chevalier y Buckles (2009).

Cuadro 5. Categorización según el Análisis Social CLIP dentro del ámbito de estudio

Actores claves / caracterización	PODER (alto, medio y bajo)	INTERES (alto, medio y bajo)	LEGITIMIDAD (Alta, Media y Baja)	SIMBOLOGÍA	CATEGORÍA
J.U. Juliaca	Bajo	Bajo	Medio	L	Respetado
PRORRIDRE	Medio	Bajo	Alto	L	Respetado
CARE Perú	Bajo	Bajo	Alto	L	Respetado
M. Educación	Bajo	Bajo	Medio	L	Respetado
M. Salud	Bajo	Bajo	Medio	L	Respetado
C. Huayllani	Alto	Bajo	Alto	PL	Influente
PSI	Alto	Bajo	Alto	PL	Influente
P. Juntos	Medio	Bajo	Medio	PL	Influente
Pensión 65	Medio	Bajo	Medio	PL	Influente
MP. Lampa	Medio	Bajo	Medio	P	Inactivo

Los resultados indican que hay cinco actores categorizados como respetados (CARE Perú, J.U. Juliaca, PRORRIDRE, M. Educación, M. Salud), cuatro actores como influyentes (PSI, Programa Juntos, Pensión 65, Comité de cuenca Huayllani), y un actor como inactivo (Municipalidad Provincial de Lampa).

Las relaciones de colaboración se ven divorciados, por lo tanto ninguna institución mencionada anteriormente articula acciones con relación a la otra. Y los conflictos se ven ausentes, debido a la escasa interacción entre los mismos.

El resultado del Análisis Social CLIP empleado en este estudio orienta, a que los actores de la categoría más alta deben de iniciar un proceso de armonización, involucramiento con un enfoque integrador hacia las demás instituciones para que puedan integrarse y cumplir un rol más protagónico en la gestión del recurso hídrico, a través de espacios de fortalecimiento de medios de comunicación y articulación entre todos los actores, sumando sinergias de tal manera se promueva la cultura del agua para un uso, aprovechamiento y disposición responsable acordes al plan nacional de recursos

hídricos del País (2009), las políticas ambientales de estado (Fukuda 2003; Ministerio Del Ambiente y Brack 2009; Klugman 2010) y la Ley de recursos hídricos (Ley N° 29338 ; 2010).

En el encuentro internacional “participación ciudadana y género en la gestión del agua”, concluyeron como lecciones aprendidas, la importancia de promover en los actores (usuarios de agua) una visión integral de la gestión del recurso hídrico y su valoración, propiciando la participación de la población, y sus organizaciones representativas a través de mecanismos y reglas claras, a fin de lograr un control del uso y la contaminación de los recursos hídricos, promoviendo su conservación (Estrada *et al.* 2008). Esta lección aprendida se puede adoptar para poder replicar en la microcuenca del río Huayllani.

#### **d) Relacionamiento e interacción entre los actores**

Para el análisis de relacionamiento e interacción entre los diferentes actores, se utilizó la metodología de Análisis de Redes Sociales (ARS)<sup>2</sup> (Clark 2006), con un total de 10 actores principales involucrados en la gestión del recurso hídrico, el análisis se realizó de manera general considerando su participación e incidencia dentro de la microcuenca en temas relacionados a la gestión integrada de los recursos hídricos. Los resultados para los diferentes indicadores (densidad, centralidad, centralización, intermediación y cercanía) se presentan a continuación.

#### **e) Densidad en la red de actores**

Los resultados de densidad de la red de actores para las actividades entorno a la gestión integrada de los recursos hídricos es de 15-56%. La densidad de relaciones es muy baja para los aspectos considerados. Esto evidencia que existen múltiples actores en la microcuenca, que desarrollan muy pocas acciones de coordinación, de sinergias, de trabajo conjunto para la gestión del recurso hídrico. Algunos autores como Agarwal *et al.* (2000), Han mencionado que el enfoque sectorial, las acciones aisladas, la falta de un enfoque de cogestión son causas importantes para no lograr la gestión integrada del recurso hídrico.

Está bien documentado que el fortalecimiento de capacidades es un componente fundamental para el manejo y gestión sostenible de las cuencas hidrográficas (Jiménez

---

<sup>2</sup> El análisis de redes sociales es una herramienta que nos permite conocer las interacciones entre cualquier clase de individuos partiendo de datos de tipo cualitativo más que cuantitativo.

2011). Sin ello, es muy difícil lograr participación y responsabilidad en la toma de decisiones sobre los aspectos hídricos de la cuenca, desarrollar institucionalidad sostenible y empoderamiento. Ese fortalecimiento tiene que darse en todos los niveles y categorías de actores; los resultados indican que prácticamente no existe interacción entre los actores para lograr dicho fortalecimiento. Los bajos niveles de interacción en los otros componentes y en la red en conjunto es por el desinterés de parte de los demás actores así como la comunidad y el propio comité de cuenca del río Huayllani, implica que el comité tendrá un fuerte, pero interesante desafío en el corto, mediano y largo plazo para integrar los actores bajo objetivos comunes, trabajo en equipo, esfuerzos compartidos y lograr mayor eficiencia y mayor eficacia en la utilización de los recursos humanos y económicos disponibles en la microcuenca.

Los valores de densidad obtenidos en este estudio son inferiores a los obtenidos por otros investigadores en Centro América. Orellana (2010), en un estudio en la subcuenca del río Copán, en Honduras, obtuvo que mediante la promoción de la cogestión de cuencas, en un periodo de tres años, la densidad total de relaciones entre actores claves aumentó de 32 a 57%. Mamani (2011), obtuvo en un estudio de gestión y gobernanza del recurso hídrico en la microcuenca del río Balsa, Costa Rica, analizando toda la red obtuvo 19%. Por su parte, Arosemena (2010) en un estudio sobre la gestión del recurso hídrico en la cuenca alta del río Caldera, Panamá, obtuvo que la densidad total de la red de actores claves fue de 51%.

García (2010), en un estudio sobre la gobernanza del recurso hídrico para consumo humano en la subcuenca del río Ulí, Nicaragua, obtuvo que la densidad de la red de actores en planificación y gestión de acciones, capacitación y fortalecimiento de capacidades y financiamiento de acciones fue de 64, 30 y 23%, respectivamente.

Bustamante (2009) en estudio sobre la gestión del agua para uso agropecuario en la subcuenca del río Gato, Panamá, obtuvo valores de densidad total de relacionamientos entre 22 y 49%, para los mismos tres componentes analizados por García (2010).

Las Figura 6 muestran la representación gráfica de la red de actores entorno a la gestión del recurso hídrico en la microcuenca del río Huayllani. Los actores como el comité de cuenca del río Huayllani juega un rol muy protagónico en impulsar el desarrollo de la microcuenca, seguido por la Junta de Usuarios de agua Juliaca y finalmente por la autoridad local como es la Municipalidad Provincial de Lampa.

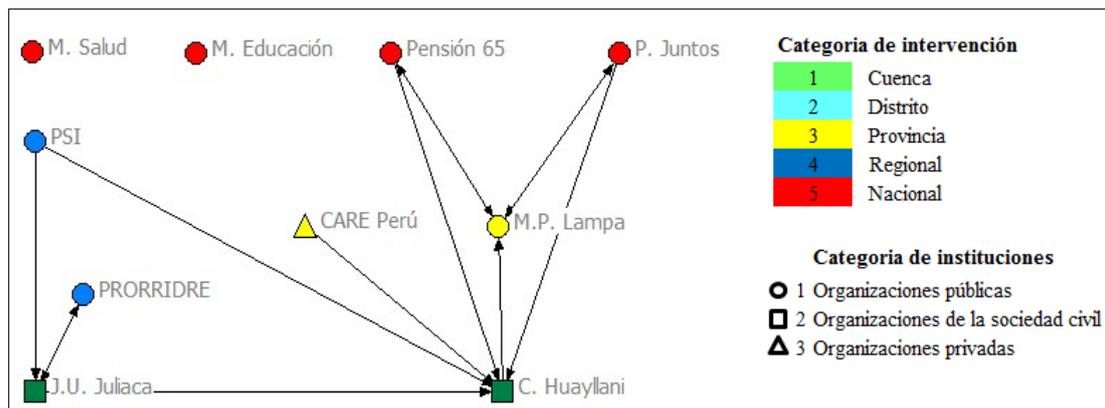


Figura 6. Intercambios en relación a la gestión del recurso hídrico

**f) Grado de centralidad en la red de actores**

El grado de centralidad es el número de actores a los cuales un actor está directamente unido (Velázquez y Aguilar 2005). Tiene un valor de salida o de relaciones directas iniciadas por el propio actor que refleja la capacidad del actor para acceder al resto de actores y un valor de entrada o relaciones iniciadas por otros actores. Entre mayor es la centralidad de un actor, indica que es más central, más prominente, más poderoso, más prestigioso, mayor liderazgo, que sirve de referencia a los otros actores que conforman la red.

Para la microcuenca del río Huayllani, los resultados (Cuadro 6) indican que entorno a la gestión integrada de los recursos hídricos, se evidencia el grado de centralidad es dispersa, queda unir los esfuerzos de colaboración y coordinación de las acciones que se realicen a fin de realizar la gestión integrada de cuencas de la microcuenca del río Huayllani.

Arosemena (2010), para una red de 21 actores claves en la gestión del recurso hídrico de la subcuenca alta del río Caldera en Panamá, obtuvo que el 41% de los actores tuvieron porcentajes totales de centralidad mayores a 40% y en la mayoría de los actores había bastante balance entre relaciones de entrada y salida. Bustamante (2009) en una red de 13 actores claves en la gestión del agua para uso agropecuario en la subcuenca del río Gato en Panamá, obtuvo que el 38% de los actores tuvieron grados de centralidad mayores a 40%. Mamani (2011) en una red de 21 actores claves en la gestión y gobernanza del recursos hídrico en la microcuenca río la Balsa en Costa Rica, obtuvo que el 48% de los actores tuvieron grados de centralidad mayores a 22%. En la presente investigación solo el 7% de los actores tuvieron porcentajes totales de centralidad

mayores a 44%. Esto indica que el liderazgo está desconcentrado en más actores, indica que no es beneficioso para la red de actores analizados.

Cuadro 6. Indicador del grado de centralidad en la red de actores

Actores	Relaciones de salida		Relaciones de entrada	
	N°	%	N°	%
J.U. Juliaca	2	22.22	3	33.33
PSI	2	22.22	0	0.00
P. Juntos	2	22.22	1	11.11
Pensión 65	2	22.22	1	11.11
M.P. Lampa	2	22.22	3	33.33
C. Huayllani	2	22.22	5	55.56
PRORRIDRE	1	11.11	1	11.11
CARE Perú	1	11.11	0	0.00
M. Educación	0	0.00	0	0.00
M. Salud	0	0.00	0	0.00

#### g) Índice de centralización en la red de actores

El índice de centralización es la condición especial en la que un actor ejerce un papel claramente central, al estar conectado con todos los actores los cuales necesitan pasar por este actor para conectarse entre ellos (Orozco 2006). Estima que tan cerca se encuentra la red de comportarse como una estrella, es decir, toda la red asociada alrededor de un solo nodo (Quiroga *et al.* 2005; Velázquez y Aguilar 2005). También indica el grado de conectividad de la red; entre mayor sea el valor de centralización, la red estará menos conectada.

Los resultados para la microcuenca del río Huayllani indican que el grado de centralización de toda la red es de 7.41% para valores de salida y 44.44% de valores de entrada. La mayor centralización se da con el comité de cuenca, Junta de Usuarios de Juliaca y la Municipalidad Provincial de Lampa, debido a la interacción constante que tienen a la fecha por las coordinaciones cotidianas que realizan en temas generales.

Según Orellana (2010) indica que las redes con valores de centralización menos de 50%, significa están lejos de comportarse como una estrella, o sea existe varios actores centrales, lo cual genera mayor confianza y menos vulnerabilidad para la red que si solo depende de uno o dos actores, ya que si, por ejemplo, este sale de trabajar en la microcuenca, toda la red estaría en peligro de funcionar como tal.

En general, los valores de centralización encontrados en el presente estudio, son del mismo orden de magnitud que los obtenidos por otros autores, como se evidenciará a continuación. Por ejemplo, Bustamante (2009), en el estudio del agua de uso agropecuario en la subcuenca del río Gato, en Panamá, obtuvo para la cuenca alta valores de 39 y 47%, para la centralización de salida y entrada, respectivamente y de 13 y 24% para la cuenca media, en el componente de gestión fortalecimiento de capacidades. Para financiamiento los valores fueron de 4 y 14% en la cuenca alta y 21 y 21% en la cuenca media, para centralización de salida y entrada, respectivamente. Para planificación e implementación de acciones los grados de centralización fueron de 22 y 47% en la cuenca alta y de 18 y 19% en la cuenca media, respectivamente.

Arosemena (2010) obtuvo grados de centralización de 31 y 16%, para las entradas y salidas, respectivamente, en su estudio de gestión del recurso hídrico en la cuenca alta del río Caldera, Panamá. García (2010), en una investigación sobre la gestión del recurso hídrico en la subcuenca del río Ulí, en Nicaragua, obtuvo valores de 37 y 29%, como grado de centralización de salida y entrada, respectivamente, para el componente planificación y gestión del recurso hídrico. Para el componente fortalecimiento de capacidades los valores fueron iguales, 28 y 28%, respectivamente. Finalmente para el financiamiento de acciones de gestión de cuencas, los grados de centralización de salida y entrada fueron de 36 y 48%, respectivamente.

#### **h) Grado de intermediación en la red de actores**

Una razón para considerar la importancia de un actor recae en su intermediación, esta se enfoca en el “control de la comunicación”, y se interpreta como la posibilidad que tiene un nodo o actor para intermediar las comunicaciones entre pares de nodos. El grado de intermediación representa el número de veces que el actor actúa como puente o enlace, o sea el número de nodos que un actor es capaz de conectar. Los actores con mayor intermediación tienen mayor poder, ya que controlan más flujos de comunicación. Generalmente entre mayor es el grado de intermediación de un actor, también es mayor el grado de centralidad.

Para la microcuenca del río Huayllani, los resultados (Cuadro 7) obtenidos indican que los actores con mayor incidencia en la comunicación son el comité de cuenca del río Huayllani, Municipalidad Provincial de Lampa y la Junta de Usuarios de Juliaca.

Cuadro 7. Indicador grado de intermediación en la red de actores de la microcuenca

Actores	Grado de intermediación	
	N°	%
C. Huayllani	20.00	27.78
M.P. Lampa	12.00	16.67
J.U. Juliaca	10.00	13.89
Pensión 65	1.50	2.08
P. Juntos	1.50	2.08
PRORRIDRE	0.00	0.00
PSI	0.00	0.00
CARE Perú	0.00	0.00
M. Educación	0.00	0.00
M. Salud	0.00	0.00
Grado de intermediación		23.92%

Arosemena (2010), para una red de 27 actores claves, obtuvo que el 100% de los actores presentaron porcentajes de intermediación inferiores a 11%. Bustamante (2009) en un estudio sobre la gestión del agua para uso agrícola en la subcuenca del río Gato, Panamá obtuvo que el grado de intermediación fue muy bajo (menor de 5%) de la mayoría de los actores, excepto en la planificación e implementación de acciones, donde la Autoridad Nacional del Ambiente alcanzó un 14% como actor enlace. García (2010) en la subcuenca del río Ulí en Nicaragua, obtuvo que para el financiamiento de acciones de gestión del recurso hídrico, hubo tres actores con intermediación entre el 34 y 60%. Para Mamani (2011) el grado de intermediación de la red total que analizó fue mayo del 20%, contando con 21 actores involucrados, del estudio que realizó sobre la gestión y gobernanza del recurso hídrico en la microcuenca del río La Balsa en Costa Rica.

#### **4.2.2. Objetivo 2: Identificar, describir y demarcar, de manera participativa, las principales nacientes, fuentes de agua y áreas aparentes de recarga hídrica para consumo de la microcuenca del río Huayllani**

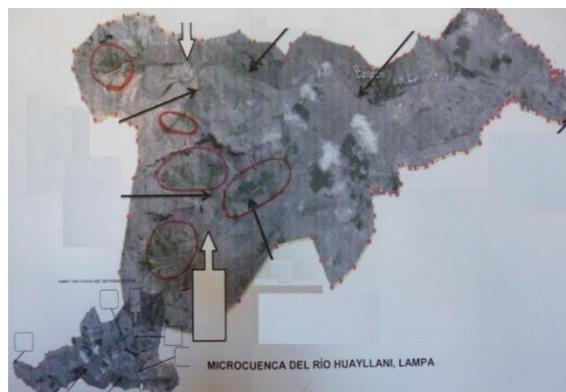
##### **a) Características biofísicas, ambientales y socioeconómicas que tienen las principales nacientes, fuentes de agua y áreas aparentes de recarga hídrica de la microcuenca del río Huayllani**

La primera parte para el desarrollo de este objetivo, fue la de un taller participativo, con todos los actores locales (comunidades integrantes de la microcuenca), donde se explicaron los conceptos básicos de cuencas, entre los que figura zonas potenciales de recarga hídrica y se complementó con la explicación de la metodología, paso a paso, con

la cual se busca involucrar a los actores locales en la identificación participativa de las posibles zonas de recarga hídrica (Figura 7).



Figura 7. Delimitación de las zonas de recarga hídrica



Lo que se busca con este paso de la metodología es que exista una participación interactiva de los diferentes actores, que se dé este proceso de enseñanza – aplicación – aprendizaje y que sean ellos los que tomen la iniciativa en la identificación de las zonas de recarga hídrica, se les ha inducido en los componentes de la gestión y manejo de los recursos hídricos, empoderándolos para llevar el desarrollo comunitario así como desarrollo Matus (2009) y González (2011).

Los seminarios se desarrollaron en cada comunidad de Huayllani perteneciente a la microcuenca en estudio, en las que se destacan la participación de actores locales o campesinos comprometidos con la gestión integrada de los recursos hídricos. Las comunidades participantes fueron Tumaruma y Huayllani.

#### **b) Evaluación práctica de los elementos metodológicos en sitios identificados por los actores locales**

La recarga hídrica depende del régimen de precipitación, de la escorrentía superficial y del caudal de los ríos, asimismo varía de acuerdo con la permeabilidad del suelo y de los otros materiales a través de los cuales debe percolar para alcanzar la zona de saturación (Orozco *et al.* 2008).

La infiltración del agua depende en mucho de la condición del suelo, su contenido de humedad y de la duración de la lluvia y del patrón de drenaje en la cuenca. Asimismo, la pendiente de la superficie constituye un factor importante, la escorrentía superficial es favorecida por pendientes muy fuertes, por lo que la infiltración se puede ver afectada (González 2011).

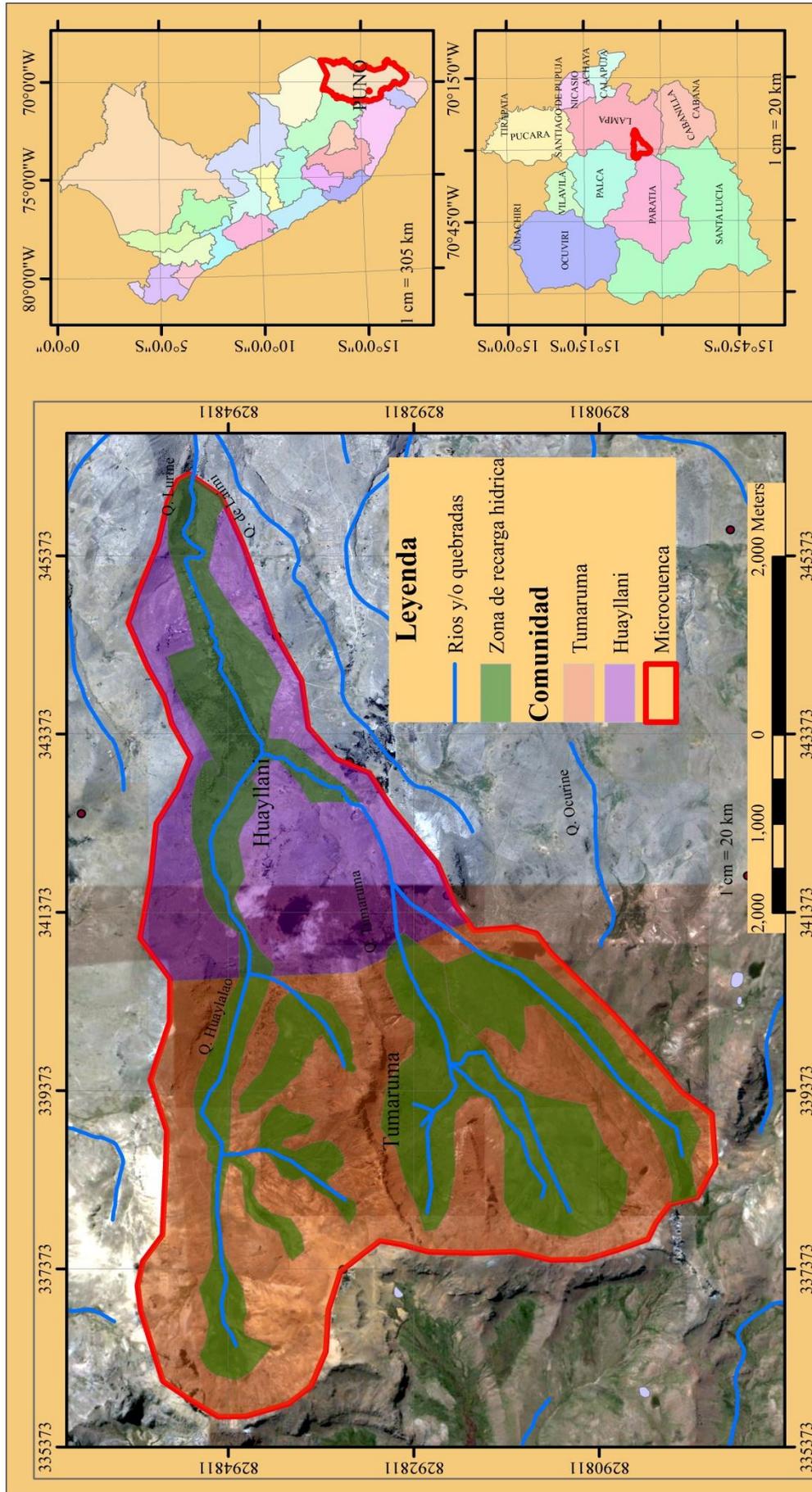


Figura 8. Zonas potencial de recarga hídrica de la microcuena del río Huayllani.

Para la Figura 8, la textura del suelo juega un papel muy importante en el proceso de infiltración puesto que está influida por la pendiente del terreno, sin obviar la cobertura vegetal y los usos que se le dan al suelo (Orozco *et al.* 2008). Matus (2007) y González (2011) menciona que existen muchos autores y metodologías que incorporan diferentes elementos para determinar la recarga hídrica, pero existen algunos que siempre se evalúan y que son los más prácticos y fáciles de medir, como lo son la pendiente, microrelieve, textura de suelo, capacidad de infiltración, tipo de roca, cobertura vegetal y el uso del suelo.

En la Figura 8, se puede apreciar que cuando se aplica la ecuación propuesta, para las diferentes capas implicadas para establecer las posibles zonas de recarga hídrica, dentro de la microcuenca del río Huayllani, en donde se pueden diferenciar dos zonas claras de recarga hídrica que se encuentra en la parte alta de la microcuenca de la comunidad de Tumaruma y en la parte baja que se encuentra la comunidad de Huayllani.

### c) **Determinación de las zonas de recarga hídrica por el método RAS**

El método RAS se aplicó a la microcuenca a fin de evaluar la zona de recarga hídrica; es un procedimiento científico, teórico para elaborar el mapa de la recarga de agua subterránea, que puede servir como una herramienta para apoyar a tomar decisiones en la protección y el manejo sostenible del recurso hídrico, como también en el ordenamiento territorial. Elaborado por FORGAES (2005), para El Salvador calcula el agua que se infiltra en el subsuelo, basado en los principios de Schosinky y Losilla (2000). Es una aproximación a la realidad y puede dar el potencial de la recarga acuífera; del agua subterránea disponible en una zona. Para este mapeo se ha considerado como los factores más importantes: el clima, la geología en conjuntos con la vegetación, la topografía y el uso de suelos.

Requiere de coeficientes para calcular la infiltración. Este coeficiente se multiplica por un coeficiente climático, para lo cual se realiza un balance climático (BC).

La ecuación para determinar la recarga acuífera de una zona es:

$$R = BC * C$$

R = Recarga acuífera

BC = Balance climático

C = Coeficiente de infiltración

$$C = kfc + kp + kv$$

$K_{fc}$  = Coeficiente del tipo del suelo

$K_p$  = Coeficiente de pendiente

$K_v$  = Coeficiente del uso del suelo

➤ ***Balance climático (BC)***

El balance climático permite obtener la información de la cantidad de agua que está disponible en la zona de investigación.

$$BC = P - ET \text{ real}$$

Dónde:

P = Precipitación (mm)

ET real = Evapotranspiración real (mm)

➤ ***Cálculo del  $k_{fc}$***

Se relaciona con la permeabilidad del subsuelo (rocas impermeables o suelos arcillosos impiden la recarga, las gravas y fallas facilitan la recarga). Hay que considerar también la situación geológica tal como fallas tectónicas que facilitan la infiltración.

➤ ***Cálculo de  $k_p$***

La pendiente es un factor sumamente importante que influye sobre la recarga, porque se relaciona directamente con la escorrentía de agua superficial, que no llega al acuífero.

➤ ***Cálculo de  $k_v$***

El uso del suelo es un factor importante y más cambiante en el cálculo de la recarga. Para obtener el coeficiente se parte del cálculo de la evapotranspiración sobre los suelos con diferentes usos.

**d) Manejo de las fuentes de agua y áreas aparentes de recarga hídrica con los enfoques y criterios de manejo y gestión de cuencas**

El manejo de las fuentes de agua se ha realizado bajo dos criterios para la microcuenca en estudio que es el “manejo de las fuentes de agua y áreas aparentes de recarga hídrica” y el “enfoques y criterios de manejo y gestión de cuencas” que se detallan a continuación:

➤ ***Manejo de las fuentes de agua y áreas aparentes de recarga hídrica***

La alternativa de utilizar el manejo integral de las microcuencas, para contribuir con el desarrollo sostenible, tiene su base en las posibilidades más directas que se definen en los espacios de las microcuencas (Visión Mundial 2001), que ayudara a mejorar las prácticas de conservación de suelos y por ende la protección de las fuentes de agua en la parte alta de la microcuenca en estudio. La comunidad de Tumaruma y Huayllani poseen una participación pasiva, la microcuenca requiere de una participación colaborativa de todos los actores involucrados (Dourojeanni *et al.* 2002; Jiménez 2005; Faustino *et al.* 2006; Faustino 2009; Jiménez 2010b).

Los facilitadores de los procesos de desarrollo sostenible (entidades públicas y privadas) relacionadas al manejo y gestión de cuencas y/o aguas, existe la poca interacción y cumplimiento de roles a fin de facilitar los procesos de manejo y gestión de cuencas que requiere la microcuenca en estudio (Jiménez 2010b; Jiménez 2011).

La intervención por microcuencas, debe considerar un plan de manejo integral o un plan maestro de la gran cuenca y que no es exclusivo, que hace posible la sostenibilidad de los recursos naturales, todo dependerá de la estrategia de intervención y del nivel de intensidad que se aplique a las diferentes unidades de trabajo a nivel de la microcuenca (Visión Mundial 2001).

➤ ***Enfoques y criterios de manejo y gestión de cuencas***

Para la Visión Mundial (2001), las corrientes tradicionales consideran que el manejo de cuencas sólo se refiere al manejo del agua y a la interrelación de este recurso, con el medio en el cual se desarrolla el sistema. Muchas veces los proyectos y planes pueden definir el nivel de interacciones e interrelaciones para enfocar la problemática existente, dependiendo del interés de los beneficiarios, de la capacidad operativa, de la disponibilidad de recursos y de las decisiones políticas. En esta dinámica, los enfoques tienen relación, con un recurso, con todos los recursos, con el ambiente, con un sector, en forma integral que deben de organizar la Autoridad Nacional del Agua (ANA) a través de la Autoridad Local de Agua de la región de Puno.

En general, para desarrollar los procesos metodológicos, se pueden enfocar aspectos integrales, sectoriales, de recursos naturales o de desarrollo en general. La base de tomar a la cuenca como unidad de planificación y manejo, obedece a una decisión de ordenar y manejar los elementos de este sistema, aprovechando las ventajas y beneficios que le ofrece, comparando con otras alternativas de manejo, considerando las condiciones de cada lugar.

El enfoque sustancial del manejo de cuencas, es dirigir la atención en el hombre, las familias y sus comunidades, denominado "enfoque antropocéntrico", mediante el cual, para manejar los recursos naturales o el ambiente, se tiene que entender al hombre, porqué hace lo que hace, cuáles son sus necesidades, qué puede realizar para mejorar el ambiente o conservar los recursos. Por lo tanto para lograr esto, hay que capacitar al hombre (organizaciones, comunidades, familias, hombres, mujeres, jóvenes, niñas y niños), fortalecerlo en su capacidad de gestión y sobre todo para que sean capaces de crear alternativas que le brinden beneficios y pueda lograr su bienestar (Visión Mundial 2001; Jiménez 2005; Jiménez 2010b; Ibáñez y Lopez 2013).

Para la Visión Mundial (2001), ha considerado algunos enfoques de manejo de cuencas que se pueden relacionar con:

- Cuando el agua es el centro de la planificación y manejo, allí adquiere predominancia el concepto de calidad y cantidad de agua, y dependen de cómo funciona y cómo se maneja el sistema hídrico. Se da origen al "Manejo de Cuencas".
- Cuando los recursos naturales constituyen el centro de la planificación y manejo, pero se mantiene al recurso hídrico como elemento integrador en la cuenca. Se da origen al "Manejo Sostenible de Cuencas".
- Cuando el enfoque es amplio y se define que el centro de la planificación y manejo es el ambiente, pero manteniendo el rol estratégico del recurso hídrico. Se da origen al "Manejo Integral de Cuencas".

#### **e) Análisis de impacto de las intervenciones en las zonas potenciales de recarga hídrica sobre las fuentes de agua**

Se estima que las prácticas de uso de la tierra tienen impactos importantes, tanto en la disponibilidad como en la calidad de los recursos hídricos. Estos impactos pueden ser tanto positivos como negativos. Es lógico pensar que los beneficios de una mejora en el manejo de la tierra, los costos asociados a los impactos negativos por un uso inadecuado de los recursos hídricos, podrían repercutir no sólo en los usuarios del agua que los causan sino también en la población que vive en la cuenca baja o, en el caso de las aguas subterráneas, que hace un uso de los recursos contaminados (FAO 2002).

Para evaluar los costos y beneficios, es importante tener una idea clara, desde la perspectiva del medio físico, de hasta qué punto las diferentes prácticas de uso de la tierra afectan al régimen hidrológico y la calidad del agua y en qué tamaño de cuenca son

relevantes estos impactos (FAO 2002). Para lo cual la FAO (2002), realizó un análisis de tres impactos los cuales son:

- Impactos del uso de la tierra sobre los recursos hídricos
- Impactos del uso de la tierra sobre el régimen hidrológico
- Impactos del uso de la tierra sobre la calidad del agua

**f) Impactos del uso de la tierra sobre los recursos hídricos**

Para establecer las relaciones entre los usuarios del agua de la cuenca, es importante tener una clara idea de los posibles impactos de los usos de la tierra tanto sobre el régimen hidrológico (disponibilidad de agua) como sobre la calidad del agua, y las escalas a las que estos impactos son relevantes. En los siguientes apartados, se realiza un intento de categorizar los impactos del uso de la tierra sobre los recursos hídricos, analizando los principales factores determinantes dentro de la microcuenca.

Es difícil formular declaraciones universales con validez sobre los impactos del uso de la tierra sobre los recursos hídricos por diferentes razones. Estos impactos dependen de un conjunto de factores naturales y socioeconómicos. Los factores naturales incluyen el clima, la topografía y la estructura del suelo. Los factores socioeconómicos incluyen la capacidad económica y la sensibilización de los agricultores y pobladores que habitan en la microcuenca, las prácticas de manejo y el desarrollo de la infraestructura.

**g) Impactos del uso de la tierra sobre el régimen hidrológico**

Con respecto al régimen hidrológico, se puede distinguir entre los impactos sobre las aguas superficiales y las subterráneas. Los impactos de las prácticas de uso de la tierra sobre las aguas superficiales se pueden dividir en (i) impactos sobre la disponibilidad de agua en general, o sobre la escorrentía media anual, e (ii) impactos en la distribución estacional del agua. Con respecto a esta última, son de importancia los impactos de los caudales punta y de los caudales en la estación seca (FAO 2002).

En cuanto a las aguas subterráneas, se debe examinar el efecto del uso de la tierra en la recarga de acuíferos (FAO 2002), considerando los siguientes aspectos:

- Escorrentía superficial media
- Caudales punta/Inundaciones
- Caudal base/caudal de la estación seca
- Recarga de acuíferos

**h) Impactos del uso de la tierra sobre la calidad del agua**

Las prácticas de uso de la tierra pueden tener importantes impactos en la calidad del agua, que en cambio podrían tener efectos negativos o, en algunos casos, positivos sobre los usos del agua. Los impactos incluyen cambios en la carga de sedimentos y en las concentraciones de sales, metales y productos agroquímicos, los agentes patógenos y un cambio en el régimen térmico (FAO 2002), siempre y cuando que no se de un debido manejo y gestión de los mismos; además los actores locales tomar la iniciativa a fin de conservar y preservar los recursos naturales de la microcuenca.

#### **4.2.3 Objetivo 3: Analizar la vulnerabilidad integral (socioeconómica, biofísica, ambiental) de las principales fuentes de agua para consumo humano y zonas aparentes de recarga hídrica**

##### **a) Indicadores y variables que permiten caracterizar y determinar el nivel de vulnerabilidad específica e integral de las fuentes de agua y las zonas de recarga hídrica**

Para el análisis de la vulnerabilidad de las fuentes de agua para consumo humano y riego en zonas de recarga hídrica de la microcuenca del río Huayllani, en donde se ha tenido entrevistas a los actores locales de las comunidades de Tumaruma y Huayllani, no se realizaron entrevistas a las entidades involucradas en vista que realizan labores generales y también posee poca o ninguna interacción con la microcuenca en estudio.

La evaluación de los indicadores se da como referencia de acuerdo a la evaluación realizada por los investigadores y la percepción de los actores locales involucrados de la microcuenca del río Huayllani, los resultados son basados de acuerdo al estudio realizado por Gonzales (2011), en Panamá, dicha metodología es replicada ara el presente estudio.

#### **1. Vulnerabilidad física**

Se refiere a la localización de los asentamientos humanos con respecto a las fuentes de agua para consumo humano y zonas potenciales de recarga hídrica y la influencia de las estructuras con respecto a la conservación, manejo y uso de los recursos hídricos; los cuales se detallan en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Indicadores de la vulnerabilidad física

Variables de respuesta	Indicadores	Calificación
Asentamientos humanos	Número de casas ubicadas dentro de un radio de 200 m de la fuente de agua	0.10
	Número de casas ubicadas dentro de la zona de recarga hídrica y 50 m a la redonda	1.50
Sistema séptico	Número de viviendas con letrinas y/o tanques sépticos dentro de los 200 m a la fuente de agua	2.50
	Número de viviendas con letrinas y/o tanques sépticos dentro de la zona de recarga hídrica y 50 m a la redonda	2.50
Infraestructura del sistema séptico	Número de letrinas y/o tanque séptico construidas con los materiales adecuados dentro de los 200 m a la fuente de agua	3.50
	Número de letrinas y/o tanque séptico construidas con los materiales adecuados dentro de la zona de recarga hídrica y 50 m a la redonda	3.00
Alcantarillado sanitario	Número de casas con sistema de alcantarillado sanitario dentro de los 200 m de la fuente de agua	4.00
	Número de casas con sistema de alcantarillado sanitario dentro de la zona de recarga hídrica y 50 m a la redonda	4.00
Basureros ilegales	Números de basureros ilegales existentes en la microcuenca	4.00
Vertedero municipal	Distancia del vertedero municipal a la zona de protección de la fuente de agua	0.00
	Distancia del vertedero municipal a la zona de recarga hídrica	0.00
Talleres de metalúrgica, automotrices entre otras	Número de talleres dentro de los 200 m de la zona de protección de la fuente de agua	0.00
	Número de talleres dentro de la zona de recarga hídrica y 50 m a la redonda	0.00
Recolección de basura	Número de recolecciones de basura por semana en las casas ubicadas dentro de los 200 m de protección de fuentes de agua	3.50
Carreteras y caminos de todo tiempo	Distancia de la carretera o camino a la fuente de agua y zona de recarga hídrica	0.00
Estructura de recolección primaria de la fuente de agua	Estado de la estructura de recolección primaria del nacimiento de agua	2.50
Estructura de protección de la fuente de agua y zonas de recarga hídrica	Existencia y buen estado de la estructura de delimitación de la fuente de agua	4.00
	Existencia y buen estado de la estructura de delimitación de las zonas potenciales de recarga hídrica	3.00

Para la evaluación o calificar de la vulnerabilidad es de 0 a 4 de cada uno

## 2. Vulnerabilidad social

Se refiere al conjunto de características sociales y económicas de la población que limita la capacidad de desarrollo de la sociedad, en conjunto con la capacidad de prevención y respuesta de la misma frente a un fenómeno y la percepción local del riesgo de la misma población. Las variables tomadas en cuenta para esta vulnerabilidad se detallan en el Cuadro 9.

### 3. Vulnerabilidad ecológica

El ecosistema actualmente es vulnerable a diversos factores que dependen de la naturaleza, que sufren los efectos antropogénicos. Los indicadores tomados para este tipo de vulnerabilidad ecológica se detallan en el Cuadro 10.

### 4. Vulnerabilidad económica

Se refiere a la actividad económica está directamente relacionada con el grado de desarrollo, por lo que se establece que las zonas económicamente más deprimidas son más vulnerables a riesgos naturales y sean afectados frente a un desastre natural que pueda ocurrir, el cual se describe las siguientes variables en el Cuadro 11.

Cuadro 9. Indicadores de la vulnerabilidad social

Variables de respuesta	Indicadores	Calificación
Organización comunal	Número de organizaciones comunales vinculadas en el manejo y protección de los recursos naturales en la microcuenca	3.00
	Porcentaje de la población de la microcuenca que integra las organizaciones comunales	3.10
Servicios básicos	Porcentaje de la población de la microcuenca que cuenta con los servicios básicos (salud, educación, agua potable, electricidad)	2.00
Salud	Tipo de servicio de salud en la microcuenca	2.00
	Número de pobladores con enfermedades de origen hídrico en la microcuenca durante los últimos 3 años	0.60
Participación de productores	Número de productores ubicados por encima del manantial, en zonas de recarga hídrica y en la parte alta de la microcuenca que han participado en capacitaciones de protección y conservación de suelos y agua	4.00
Crecimiento poblacional	Índice de crecimiento poblacional en la microcuenca por año	1.50

Para la evaluación o calificar de la vulnerabilidad es de 0 a 4 de cada uno

### 5. Vulnerabilidad técnica

Se refiere al grado de capacidad y eficiencia de las estructuras, diseños de las estructuras de captación y almacenamiento; tomando en cuenta la gestión del riesgo del tipo natural que pueda influir en la cantidad y calidad del agua que se recolecta y se conduce para uso humano. En el análisis de este tipo de vulnerabilidad se consideraron en el cuadro Cuadro 12.

Cuadro 10. Indicadores de la vulnerabilidad ecológica

Variables de respuesta	Indicadores	Calificación
Cobertura vegetal	Porcentaje de cobertura vegetal en el nacimiento de la fuente de agua	4.00
	Porcentaje de cobertura vegetal en la zona de recarga hídrica	4.00
Uso de suelo	Uso de suelo en la zona de recarga hídrica	3.00
Prácticas de CSA	Prácticas de conservación de suelos y agua en las fincas ubicadas por encima de la fuente de agua y zonas de recarga hídrica	4.00
Erosión de suelo	Tipo de erosión de suelo en las fincas ubicadas por encima de la fuente de agua y zonas de recarga hídrica	2.20
Contaminación	Presencia de residuos sólidos o basura en el área de protección de la fuente de agua	0.20
	Presencia de residuos sólidos o basura en la zona de recarga hídrica	1.50
Pendiente del terreno	Porcentaje de pendiente de las áreas ubicadas por encima de la naciente y zonas de recarga hídrica	2.50
Agricultura	Área con cultivos limpios ubicados por encima de la fuente de agua y zonas de recarga hídrica hasta la parte alta de la microcuenca	0.50
	Número de productores que utilizan agroquímicos en los cultivos ubicados por encima de la fuente de agua y zonas de recarga hídrica hasta la parte alta de la microcuenca	0.50
	Cultivos con aplicaciones de agroquímicos ubicados por encima de la fuente de agua y zonas de recarga hídrica hasta la parte alta de la microcuenca	0.50
	Número de aplicaciones de agroquímicos por ciclo en los cultivos ubicados por encima de la fuente de agua y zonas de recarga hídrica hasta la parte alta de la microcuenca	0.50
	Sistema de labranza de los cultivos ubicados por encima de la fuente de agua y zonas de recarga hídrica hasta la parte alta de la microcuenca	0.50
	Porcentaje de los productores que dejan los recipientes de agroquímicos en las áreas de cultivo y las aledañas	0.50
Ganadería	Número de gallineros, porquerizas y corrales existente en los 200 m de radio de la fuente de agua y 50 m de la zona de recarga hídrica	4.50
	Distancia de los potreros respecto a la zona de recarga hídrica	1.50
Características de suelo	Textura predominante de los suelos con cultivo limpio ubicados por encima de la fuente de agua y zonas de recarga hídrica	2.50
	Porcentaje de compactación de los suelos ubicados por encima de la fuente de agua y zonas de recarga hídrica	3.20
	Capacidad de infiltración de los suelos con cultivo limpio ubicados dentro de los 200 metros de radio de la fuente de agua y zonas de recarga hídrica	2.20

Para la evaluación o calificar de la vulnerabilidad es de 0 a 4 de cada uno

Cuadro 11. Indicadores de la vulnerabilidad económica

Variables de respuesta	Indicadores	Calificación
Capacidad económica	Ingreso promedio anual (S/.) per cápita de los pobladores ubicados en la zona de protección hasta la parte alta de la microcuenca	3.20
Desempleo	Porcentaje de la población desempleada en la microcuenca	4.00
Dependencia económica	Porcentaje de la población económicamente activa que se dedica a actividades agropecuarias en la microcuenca	3.50
	Número promedio de actividades productivas que realiza la población económicamente activa	2.50
Instrumentos económicos	Porcentaje de la población de la microcuenca que ha accedido a crédito financiero	0.50
	Porcentaje de los productores con áreas boscosa dentro de la microcuenca que han tenido acceso a un mecanismo de compensación por cualquier servicios ambientales	0.50

Para la evaluación o calificar de la vulnerabilidad es de 0 a 4 de cada

Cuadro 12. Indicadores de la vulnerabilidad técnica

Variables de respuesta	Indicadores	Calificación
Tecnología de la construcción	Porcentaje de las estructuras de almacenamiento y distribución de agua que cumplen con las especificaciones del MINAG o el MINSA	3.50
	Protección de la estructura de captación y almacenamiento de agua ante desastres naturales como muros de retención de corrientes, cerco perimetral, drenaje perimetral, etc.	4.00
	Porcentaje de las estructuras y obras físicas de protección construidas con técnicas adecuadas	4.00
Mantenimiento	Mantenimiento de la estructura de protección como de captación de la fuente de agua por año	0.50
Gestión de riesgos	Tipos de mapas o estudios de riesgos ante amenazas naturales que puedan incidir en la zona de protección de la fuente de agua o en la fuente de agua	0.50
	Número de años de existencia de un plan de prevención y mitigación de desastres naturales que puedan incidir en la fuente de agua	0.50

Para la evaluación o calificar de la vulnerabilidad es de 0 a 4 de cada uno

## 6. Vulnerabilidad política

La vulnerabilidad hace referencia acerca del grado de centralización en la toma de decisiones en la organización gubernamental y su debilidad en los niveles de autonomía para decidir en los niveles regionales, locales y comunitarios, lo cual impide una mayor adecuación de las acciones a los problemas sentidos en estos niveles territoriales. Además cuan mayor sea la autonomía, menor será la vulnerabilidad política de la microcuenca, el cual se detalla en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Indicadores de la vulnerabilidad política

Variables de respuesta	Indicadores	Calificación
Apoyo municipal y estatal en proyectos ambientales	Número de proyectos ambientales ejecutados por año	4.00
Participación comunitaria en las decisiones locales	Número de representantes de la comunidad en las decisiones municipales	4.00
Liderazgo en la microcuenca	Porcentaje de la población que reconoce a sus líderes	3.50
Normativas	Número de instituciones que aplican normativas ambientales para el manejo, protección y conservación de fuentes de agua y zonas de recarga hídrica en la microcuenca	4.00
	Número de políticas, leyes, ordenanzas o cualquier normativa vinculada al manejo, protección, conservación y gestión de fuentes de agua y zonas de recarga hídrica aplicadas	2.50

Para la evaluación o calificar de la vulnerabilidad es de 0 a 4 de cada uno

### 7. Vulnerabilidad educativa

Los programas educativos que proporcionen información sobre el medio ambiente, sobre el entorno, los desequilibrios y las formas adecuadas de comportamiento individual o colectivo en caso de amenaza o de situación de desastre, hace de esta vulnerabilidad de gran importancia, ya que dependiendo del grado de educación de la población, los mismos que son altamente vulnerables, así mismo algunas autoridades no contemplan en sus planes de desarrollo actividades a la conservación de la naturaleza y aún más cuando se trata de un presupuesto participativo, en donde deberían de proponer y liderar los actores locales en que se contemplen planes como el manejo de cuencas y/o manejo y gestión de cabeceras de cuenca donde se encuentran las zonas de recarga hídrica; dichos indicadores se detallan en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Indicadores de la vulnerabilidad educativa

Variables de respuesta	Indicadores	Calificación
Acceso a la educación	Porcentaje de analfabetismo en la subcuenca	3.00
	Nivel máximo de educación disponible en la microcuenca	1.50
Capacitación o talleres educativos	Número de eventos realizados en los últimos 3 años a pobladores en tema de protección, conservación y manejo de fuentes de agua y zonas de recarga hídrica	4.00
Educación ambiental	Número de jornadas ambientales efectuadas en los últimos 5 años	2.50
	Porcentaje de la población de la microcuenca que ha recibido capacitación sobre medidas de mitigación y adaptación a la contaminación de fuentes de agua y ZPRH	4.00
	Número de mensajes o programas difusivos por año orientados al manejo, protección y conservación de los recursos naturales	2.50

Para la evaluación o calificar de la vulnerabilidad es de 0 a 4 de cada uno

### 8. Vulnerabilidad institucional

Esta vulnerabilidad se expresa la presencia o ausencia de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales encargadas de preservar los recursos naturales, un adecuado manejo, conservación y gestión. Las variables se detallan en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Indicadores de la vulnerabilidad institucional

Variables de respuesta	Indicadores	Calificación
Instituciones vinculadas o relacionadas con la protección, conservación, manejo y gestión de los recursos naturales	Número de instituciones relacionadas con la protección, conservación, manejo y protección del recurso hídrico y zonas de recarga con presencia activa en la microcuenca	2.20
	Número de instituciones con presencia activa en la subcuenca que cuenta en sus programas, proyectos o agendas de trabajo el tema de fuentes de agua y zonas de recarga hídrica	4.00
Capacidad del personal técnico	Porcentaje de técnicos capacitados en el año en temas de protección, conservación, manejo y gestión del recurso hídrico específicamente en fuentes de agua y zonas de recarga hídrica	4.00
Nivel de cumplimiento de la municipalidad e instituciones en la protección, conservación, manejo y gestión de fuentes de agua y ZRH	Porcentaje de la población que considera eficiente el cumplimiento de las instituciones del estado y municipalidad	4.00
Aplicación de la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338 vinculadas a la protección, conservación, manejo y gestión de agua y ZRH	Aplicación de las leyes relacionados a los recursos hídricos	3.50
Conocimiento del marco legal	Porcentaje de la población que conocen las leyes que vinculan la protección, conservación, manejo y gestión de fuentes de agua y zonas de recarga hídrica	4.00
Implementación de planes	Porcentaje de implementación/ejecución de planes de protección, conservación, manejo, conservación y gestión del recurso hídrico y zonas de recarga en la microcuenca	4.00

Para la evaluación o calificar de la vulnerabilidad es de 0 a 4 de cada uno

### 9. Vulnerabilidad cultural

Esta vulnerabilidad caracteriza el grado de educación, cultura y conciencia ambiental que poseen, el compromiso de la comunidad con el uso adecuado de los recursos naturales; todo esto puede ser factores determinantes en la justa valoración del recurso hídrico. Un territorio culturalmente educado es menos propenso de sufrir embates de parte de la naturaleza, producto que se toma en cuenta el género en la toma de decisiones y existe una integración de la población, las cuales se muestran en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Indicadores de la vulnerabilidad cultural

Variables de respuesta	Indicadores	Calificación
Participación de la mujer en acciones o actividades de prevención y mitigación	Porcentaje de participación de la mujer en actividades o acciones de prevención y mitigación de desastres naturales que puedan repercutir en el sistema de agua potable	4.00
Integración comunal para prevenir riesgos	Porcentaje de la población dispuesta a trabajar en equipo en las medidas de prevención y mitigación del sistema de agua potable y disponibilidad para la protección de los RRHH	3.20
Actividades culturales	Número de actividades culturales a favor de la preservación y conservación de los recursos naturales en los últimos 5 años	4.00

Para la evaluación o calificar de la vulnerabilidad es de 0 a 4 de cada uno

## 10. Vulnerabilidad ideológica

La vulnerabilidad ideológica tiene una concepción de las personas que habitan en el medio e interaccionan dentro de la microcuenca y el territorio en general, además abarca la pasividad, fatalismo, presencia de mitos, aumentan la vulnerabilidad de la población. La respuesta que logre desplegar una comunidad ante una amenaza de desastre "natural", o ante el desastre mismo, depende en gran medida de la concepción del mundo y de la concepción sobre el papel de los seres humanos en el mundo que posean sus miembros.

Las variables evaluadas para obtener esta vulnerabilidad fueron las que se describen en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Indicadores de la vulnerabilidad ideológica

Variables de respuesta	Indicadores	Calificación
Participación comunal en la preparación, prevención y mitigación	Porcentaje de la población que participa en acciones o actividades de prevención y preparación de desastres naturales que puedan repercutir en la zona de protección y fuente de agua	4.00
Reacción comunal después de un desastre natural que pueda haber repercutido en el sistema de agua potable	Porcentaje de la población que participa en acciones de rehabilitación del sistema de agua potable y zona de protección después de un desastre natural	4.00
Percepción fatalista	Porcentaje de la población que tiene percepción fatalista cuando falta el agua potable	3.20

### b) La magnitud de cada tipo de vulnerabilidad de manera integral

Para la evaluación de cada vulnerabilidad se evaluaron un número de indicadores que fueron calificados de 0 a 4, y luego promediado por cada tipo de vulnerabilidad (Cuadro 18).

Los resultados encontrados, producto de la evaluación de los actores principales encargados de instituciones que tienen interés o trabajan directamente con temas relacionados con el agua para consumo humano y zonas de recarga hídricas en la

microcuenca del río Huayllani, están contemplados en el Cuadro 19 y graficados en la Figura 9, Se puede observar que las secciones con mayor vulnerabilidad dentro de la microcuenca corresponden a la sección política, Institucional, Cultural, ideológica y sobresalen como las de vulnerabilidad más baja la sección técnica y física.

Cuadro 18. Número de indicadores evaluados por cada vulnerabilidad

<b>Tipo de Vulnerabilidad</b>	<b>Número de indicadores</b>
Vulnerabilidad física	11
Vulnerabilidad social	5
Vulnerabilidad ecológica	9
Vulnerabilidad económica	4
Vulnerabilidad técnica	3
Vulnerabilidad política	4
Vulnerabilidad educativa	3
Vulnerabilidad institucional	6
Vulnerabilidad cultural	3
Vulnerabilidad ideológica	3

Según la Figura 9, se puede interpretar que existe la ausencia e incidencia política de parte de las instituciones y los gobiernos locales, esto coadyuga a que la población que habita en la microcuenca no tome la iniciativa en conservar y proteger las zonas de recarga hídrica y las fuentes de agua existentes en la microcuenca, además no se cuentan con infraestructura para la protección de las fuentes existentes.

Los resultados obtenidos guardan relación según los estudios realizados por González (2011), con respecto a las vulnerabilidades de cultura e ideología, de alguna manera implican la educación; y cuan consientes son las personas que habitan en la microcuenca, de la misma manera se puede decir de las intervenciones de la parte política e institucionales con la implementación de los planes de gobierno local y nacional.

Cuadro 19. Resumen de las vulnerabilidades

Vulnerabilidad	Variables de respuesta											Promedio	Total máximo posible	Vulnerabilidad existente (%) <sub>d</sub>	Vulnerabilidad	
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V	V	V	V	V	V	V <sub>1</sub>					V <sub>1</sub>
Física	0.80	2.50	3.25	4.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.50	9.00	9.50	10.00	11.50	4	54.66	Media
Social	3.05	2.00	1.30	4.00	4.00	1.50	--	--	--	--	--	--	--	4	59.25	Media
Ecológica	4.00	3.00	4.00	2.20	0.85	2.50	0.50	3.00	2.63	--	--	--	--	4	63.01	Media
Económica	3.20	4.00	3.00	0.50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	4	66.88	Media
Técnica	3.83	0.50	0.50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	4	40.28	Baja
Político	4.00	4.00	3.50	3.25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	4	92.19	Alta
Educativa	2.25	4.00	3.00	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	4	77.08	Alta
Institucional	3.10	4.00	4.00	3.50	4.00	4.00	4.00	--	--	--	--	--	--	4	94.17	Alta
Cultural	4.00	3.20	4.00	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	4	93.33	Alta
Ideológica	4.00	4.00	3.20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	4	93.33	Alta

Nota: -- no hay datos, ya que solamente se evaluaron ese número de variables.

La vulnerabilidad general es de media, con tendencia a ser alta, esto implica que las autoridades y los actores locales deben de priorizar en el manejo, gestión de la microcuenca involucrando los recursos naturales con las que cuentan dentro de la microcuenca.

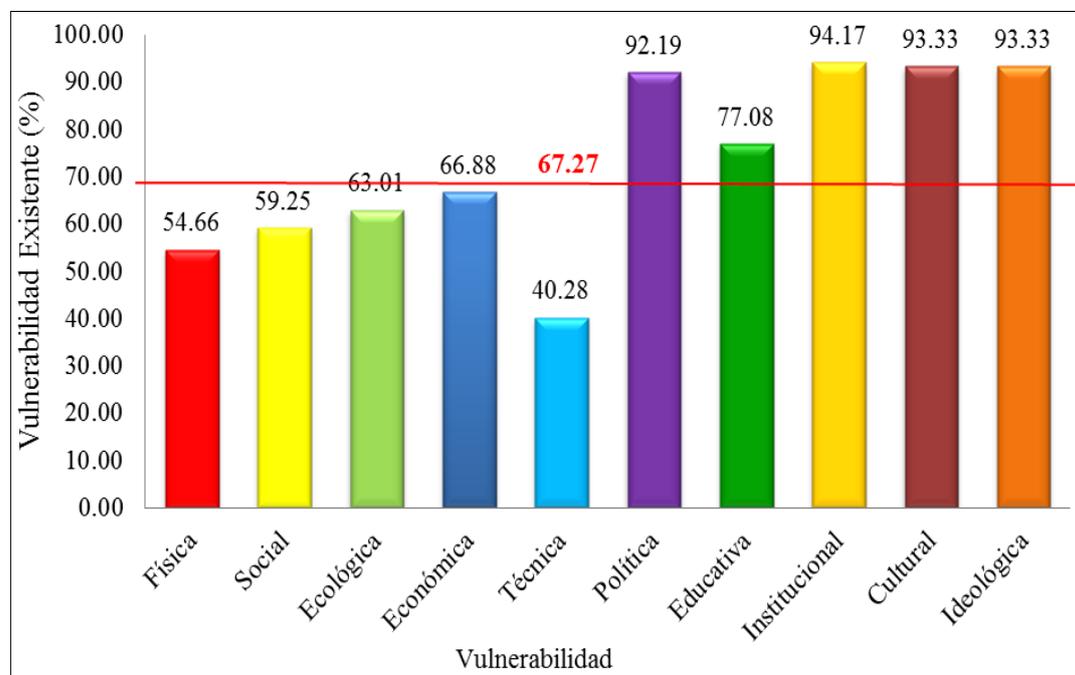


Figura 9. Tipo de vulnerabilidad y el valor existente en % respecto a las ZRH

### c) Los factores que influyen en la vulnerabilidad en las zonas de recarga hídrica

Según Wilches-Chaux (1993) es necesario anotar que la vulnerabilidad en sí misma constituye un sistema dinámico, es decir, que surge como consecuencia de la interacción de una serie de factores y características (internas y externas) que convergen en una comunidad particular, El resultado de esa interacción es el "bloqueo" o incapacidad de la comunidad para responder adecuadamente ante la presencia de un riesgo determinado, con el consecuente "desastre".

En cuanto a la vulnerabilidad de la población, el propósito ha sido encontrar variables que permitan medir la vulnerabilidad global, entendiendo por ella, el conjunto de características comunes o básicas, que le impiden a dicha población evitar los daños ocasionados por cualquier peligro que se pueda ocasionar en las tomas de agua para consumo humano o las zonas de recarga hídrica.

Las vulnerabilidades analizadas, se realizaron por separado y compartido dichas vulnerabilidades con los actores locales en reuniones realizadas en el local de reuniones

de la microcuenca del río Huayllani; así mismo se ha calculado la vulnerabilidad global que se muestra en la siguiente fórmula:

$$Vulnerabilidad\ global = \Sigma (\text{Índices de vulnerabilidad} * F)$$

$$VG = (a * 0,15) + (b * 0,10) + (c * 0,15) + (d * 0,10) + (e * 0,15) + (f * 0,10)$$

$$+ (g * 0,10) + (h * 0,05) + (i * 0,10) + (j * 0,05)$$

Dónde:

a = Vulnerabilidad física

f = Vulnerabilidad política

b = Vulnerabilidad social

g = Vulnerabilidad educativa

c = Vulnerabilidad ecológica

h = Vulnerabilidad institucional

d = Vulnerabilidad económica

i = Vulnerabilidad cultural

e = Vulnerabilidad técnica

j = Vulnerabilidad ideológica

Luego de ponderado cada valor de peso para cada tipo de vulnerabilidad, se procedió a establecer la sumatorias de cada vulnerabilidad multiplicada por cada factor de ponderación dando como resultado la vulnerabilidad global, en el Cuadro 20 se establece el valor de cada vulnerabilidad, dando una vulnerabilidad general de media a alta en vista que se ha considerado a partir del 70% como vulnerabilidad alta, razón por la cual tiene dicha tendencia como vulnerabilidad global referente a las zonas de recarga hídrica.

Cuadro 20. Vulnerabilidad global

Vulnerabilidad	Vulnerabilidad Existente (%)	Ponderación	Contribución a la VG
Física	54.66	0.15	8.20
Social	59.25	0.10	5.93
Ecológica	63.01	0.15	9.45
Económica	66.88	0.10	6.69
Técnica	40.28	0.15	6.04
Política	92.19	0.10	9.22
Educativa	77.08	0.10	7.71
Institucional	94.17	0.05	4.71
Cultural	93.33	0.05	4.67
Ideológica	93.33	0.05	4.67
<b>Vulnerabilidad Global (VG)</b>			<b>67.27</b>

#### **4.2.4. Objetivo 4: Determinar la oferta y demanda actual y futura de agua para uso humano y otras actividades del medio rural de la microcuenca del río Huayllani**

##### **a) El potencial hidrológico (oferta) de la microcuenca del río Huayllani**

Se realizaron aforos a nivel de la microcuenca donde se han encontrado cuatro ojos de agua principales que se podría utilizar para consumo de agua potable (Cuadro 21) en sistemas abiertos para las comunidades de Tumaruma y Huayllani, la toma se podría realizar en la parte alta de Tumaruma que fácilmente abastecería para toda la microcuenca y las comunidades aledañas a la microcuenca.

La demanda de agua para riego (Cuadro 22) se ha realizado consideran un uso actual de 10 a 15 hectáreas bajo riego con los sistemas de riego artesano, además se ha considerado si se provee de un almacenamiento de agua en la parte media de la microcuenca y realizando la conservación de los recursos hídricos e instalando un sistema de riego tecnificado (riego por aspersión) se podría mejorar en la parte baja de microcuenca y comunidades aledañas en 100 hectáreas en promedio, dependiendo de la manera como se instale, maneje y gestione todo el sistema con los actores locales de la microcuenca y la subcuenca, a la que pertenece la microcuenca en estudio.

El balance de agua para riego es suficiente para una incorporación y proyección total en área de 125 hectáreas bajo riego considerando las épocas de avenida y estiaje (Cuadro 23). Dichas proyecciones para el sistema de riego y agua para consumo humano queda pendiente en vista que no existe una infraestructura instalada a la fecha para que se provea dicho servicio de agua potable y un sistema de riego tecnificado a fin de optimizar el uso y consumo de agua a nivel de la microcuenca.

Cuadro 21. Demanda de agua para consumo humano

DESCRIPCIÓN	DATOS	DETALLES								
<b>A.- POBLACION ACTUAL</b>	240	<table border="1"> <tr> <td>Q'p</td> <td>Dot. p</td> <td>Cabezas</td> <td>Pecuario</td> </tr> <tr> <td>0.003</td> <td>42.00</td> <td>7</td> <td>Vacunos</td> </tr> </table>	Q'p	Dot. p	Cabezas	Pecuario	0.003	42.00	7	Vacunos
Q'p	Dot. p	Cabezas	Pecuario							
0.003	42.00	7	Vacunos							
<b>B.- TASA DE CRECIMIENTO (%)</b>	1.50	<table border="1"> <tr> <td>Q'p</td> <td>Dot. p</td> <td>Cabezas</td> <td>Pecuario</td> </tr> <tr> <td>0.010</td> <td>18.00</td> <td>50</td> <td>Auquenidos</td> </tr> </table>	Q'p	Dot. p	Cabezas	Pecuario	0.010	18.00	50	Auquenidos
Q'p	Dot. p	Cabezas	Pecuario							
0.010	18.00	50	Auquenidos							
<b>C.- PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)</b>	20	<table border="1"> <tr> <td>Q'p</td> <td>Dot. p</td> <td>Cabezas</td> <td>Pecuario</td> </tr> <tr> <td>0.001</td> <td>6.00</td> <td>20</td> <td>Ovinos</td> </tr> </table>	Q'p	Dot. p	Cabezas	Pecuario	0.001	6.00	20	Ovinos
Q'p	Dot. p	Cabezas	Pecuario							
0.001	6.00	20	Ovinos							
<b>D.- POBLACION FUTURA</b>	312	<table border="1"> <tr> <td>Q'p</td> <td>Dot. p</td> <td>Cabezas</td> <td>Pecuario</td> </tr> <tr> <td>0.015</td> <td></td> <td></td> <td>Total</td> </tr> </table>	Q'p	Dot. p	Cabezas	Pecuario	0.015			Total
Q'p	Dot. p	Cabezas	Pecuario							
0.015			Total							
$Pf = P_o ( 1 + r \times t / 100 )$										
<b>E.- DOTACION (LT/HAB/DIA)</b>	60	<p><b>DEMANDA PECUARIA</b></p> <p>DOTACION (LT/ANIMAL/DIA) <span style="float:right">Dot. p</span></p>								
<b>F.- CONSUMO PROMEDIO ANUAL (LT/SEG), F' .- PECUARIO (LT/SEG)</b>	0.217	<p>CONSUMO PROM. ANUAL (l/s) <math>Q'p = Cabezas * Dot. p / 86400</math></p>								
$Qp = Pop. \times Dot. / 86,400$		0.016								
$Qp = 1.05 * Total Q'p$		0.23								
<b>G.- CONSUMO MAXIMO DIARIO (LT/SEG)</b>										
$Qmd = 1.30 \times Qp$	0.28	0.018								
$Qmd p = 1.15 * Qp$	1.00	0.30 OK.								
<b>H.- CAUDAL DE LA FUENTE (LT/SEG)</b>	MANANTE	1.00								
<b>TIPO DE FUENTE</b>	LADERA									
<b>TIPO DE MANANTE</b>										
<b>NUMERO DE MANANTES</b>	1.00									
<b>I.- VOLUMEN DEL RESERVORIO (M3)</b>										
$V = 0.25 \times Qmd \times 86400 / 1000$	6.08	0.238								
$Vp = 0.15 * Qmd p * 86.4$	7.00	6.32								
A UTILIZAR :		7.00 OK.								
<b>J.- CONSUMO MAXIMO HORARIO (LT/SEG)</b>										
$Qmh = 1.30 \times Qmd = 2.60 \times Qp$	0.366	0.032								
$Qmh p = 2 * Qp$		0.40								

Cuadro 22. Demanda de agua para el sistema de irrigación

CONCEPT	UNID	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
Coefficiente :	O	0.68	0.84	0.92	1.01	1.09	1.09	1.03	0.68	0.67	0.67	0.67	0.67
Área de Evapotranspiración Potencial	Hás	79.00	123.00	125.00	125.00	125.00	125.00	122.00	78.00	76.00	76.00	76.00	76.00
Evapotranspiración Real (ETR)	mm/mes	107.05	126.36	128.40	129.33	125.34	109.90	114.79	100.43	86.72	74.26	77.25	94.14
Evapotranspiración Media	mm/mes	73.00	105.53	118.76	130.67	136.54	119.98	118.31	68.65	58.00	49.66	51.67	62.96
Precipitación Efectiva	mm/mes	21.07	40.79	44.41	58.90	134.59	106.37	91.32	45.05	8.86	4.25	1.43	6.87
Pérdida de Riego Neta (LRN= ETR-Ppof-)	mm/mes	2.76	18.10	20.43	33.06	84.30	68.21	59.62	19.94	0.00	0.00	0.00	0.00
Deficiencia de Riego Bruta (LRB=LRN/)	mm/mes	70.24	87.43	98.34	97.62	52.25	51.77	58.70	48.71	58.00	49.66	51.67	62.96
Deficiencia de Riego	%	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Deficiencia de Riego Bruta (LRB=LRN/)	mm/mes	93.65	116.57	131.12	130.16	69.66	69.03	78.26	64.94	77.33	66.22	68.89	83.94
Volumen de Agua/	M3/Há	936.53	1165.73	1311.16	1301.57	696.61	690.29	782.62	649.42	773.27	662.19	688.88	839.45
Área del	Días	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	30.00	31.00
Módulo de Riego (24	Lt/seg/há	0.36	0.44	0.51	0.49	0.26	0.29	0.29	0.25	0.29	0.26	0.27	0.31
Requerimiento Total Caudal (Q) 24	m3/seg	0.029	0.054	0.063	0.061	0.033	0.036	0.036	0.020	0.022	0.019	0.020	0.024
Requerimiento Total Volumen	MM3	0.074	0.143	0.164	0.163	0.087	0.086	0.095	0.051	0.059	0.050	0.052	0.064

(Vt)

Cuadro 23. Balance de agua para el sistema de irrigación

DETALL	UNID.	MED.	MESES											
			SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
Oferta total del proyecto	m <sup>3</sup> /Seg.	0.054	0.063	0.084	0.236	0.633	0.894	0.644	0.332	0.104	0.051	0.043	0.045	
Demanda total del proyecto	m <sup>3</sup> /Seg.	0.029	0.054	0.063	0.061	0.033	0.036	0.037	0.020	0.023	0.020	0.021	0.025	
<b>BALANCE (Oferta-</b>	<b>m<sup>3</sup>/Seg.</b>	<b>0.025</b>	<b>0.009</b>	<b>0.020</b>	<b>0.175</b>	<b>0.601</b>	<b>0.858</b>	<b>0.607</b>	<b>0.312</b>	<b>0.081</b>	<b>0.031</b>	<b>0.022</b>	<b>0.021</b>	
<b>BALANCE (Oferta-</b>	<b>l/seg</b>	<b>24.665</b>	<b>9.337</b>	<b>20.496</b>	<b>175.318</b>	<b>600.777</b>	<b>858.250</b>	<b>607.490</b>	<b>311.516</b>	<b>81.302</b>	<b>31.200</b>	<b>22.319</b>	<b>20.652</b>	

**b) Demanda actual y proyectada de agua para consumo y otras actividades**

Se realizó un análisis de oferta y demanda actual, tomando como referencia los periodos de avenidas y estiaje de la región Puno, considerando principalmente la demanda de agua para riego se tiene el balance hídrico mostrado en el Cuadro 23, lo cual se puede apreciar dicho balance según la Figura 10.

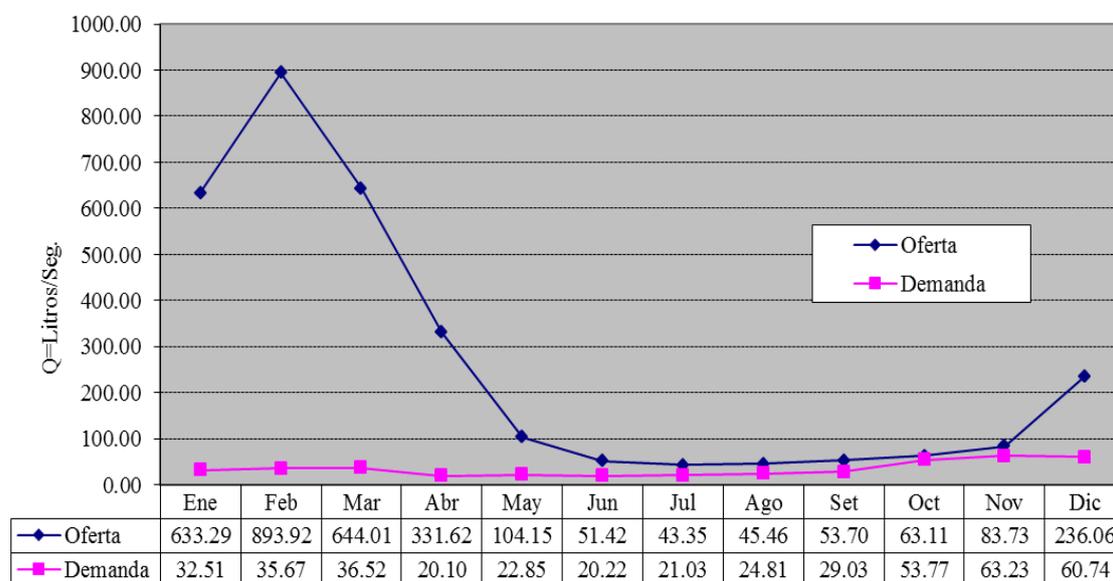


Figura 10. Balance de oferta y demanda del proyecto

Según la Figura 10, se puede almacenar el recurso agua en los meses de enero a abril, para posteriormente aprovechar los meses de estiaje (mayo a diciembre), para que se cumpla lo planificado siempre y cuando se cuente con un sistema integran donde se pueda optimizar el recursos agua a nivel de la microcuenca.

**c) Conflictos de uso de agua en la microcuenca del río Huayllani**

A la fecha no se han identificado conflictos por escasas de uso y aprovechamiento de agua, a excepción de las épocas de estiaje que son a partir de los meses de mayo a diciembre de cada año (Figura 10).

La ausencia de la conformación del comité de cuencas, debe de existir la voluntad política, que es una condición necesaria para que una municipalidad implemente la GIRH en su territorio, según la Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338 ; 2010), la municipalidad o una mancomunidad de municipalidades tomen la decisión política de aplicar la GIRH en un territorio determinado (Ibáñez y Lopez 2013).

## CAPITULO V.

### 5.1 CONCLUSIONES.

- El 39% de la microcuenca es apto para la zona de recarga hídrica, que puede ser generadora y/o alimentadora de las aguas subterráneas para la parte baja de la microcuenca.
- La ausencia de las instituciones ha hecho que los actores locales y/o involucrados no presten la debida atención a fin de manejar y gestionar como un territorio, es decir como una cuenca integral; solo se ha encontrado que un comité incipiente en realizar el manejo o las veces de gestión de la misma. El comité de cuenca es el único organismo que se relaciona de alguna manera con la gran parte de las instituciones que de alguna manera deberían de realizar acciones para el manejo y conservación de recursos naturales de la microcuenca.
- Se ha identificado las zonas potenciales de recarga hídrica en las comunidades de Tumaruma y Huayllani quienes son integrantes de la microcuenca, razón por la cual existe un 61% de área vulnerable frente a los impactos del uso de la tierra sobre los recursos hídricos, régimen hidrológico y la calidad del agua, que coadyuga a un deficiente manejo y gestión de la microcuenca. Además de existir poca cultura ambientalista y conservacionista de los recursos naturales con las que cuenta la microcuenca.
- La vulnerabilidad analizada referente al manejo, conservación de los recursos naturales en especial, el cuidado de las fuentes de agua o zonas aparentes de recarga hídrica se encuentra con una vulnerabilidad media de 67.27%, que implica que están muy próximo a tener una vulnerabilidad alta, que coadyugaría a la degradación total de los recursos aguas y suelos y por ende las zonas de recarga hídrica.
- La oferta hídrica analizada es suficiente para el área con la que cuenta y las familias que las habita, las demandas de agua para consumo humano es suficiente para un periodo de 10 años, además la demanda de agua para riego satisface una demanda de 109 has a incorporarse, siempre y cuando se implemente todo un sistema de riego, ya que a la fecha se estima un área de riego de 19 has, que riegan sin asistencia técnica y con sistemas de riego rústico.

## CAPITULO VI.

### **6.1. RECOMENDACIONES**

- Las recomendaciones que se proponen a continuación, son basadas en el presente estudio, se sugiere que la implementación de las mismas, sea liderada por el Comité de Cuenca con el apoyo de la Municipalidad Provincial de Lampa, Gobierno regional Puno y la Autoridad Local de Agua de Juliaca, a fin de maneja y gestionar como una cuenca piloto para la conservación de los recursos naturales como es el suelo y agua. Es necesario el compromiso político, principalmente de la municipalidad y el Gobierno Regional ya que la microcuenca hace parte territorial, a fin de realmente lograr incidencia en la gestión sostenible de la microcuenca.
- Implementar, idealmente, un plan de ordenamiento del territorio, o al menos una zonificación para priorizar las áreas más críticas y vulnerables para definir las mejores estrategias y acciones a fin de reducir el grado de sobreuso del suelo en la microcuenca, así como para conservar y proteger aquellos ecosistemas que aún no han sido degradados por la intervención humana. Desarrollar e implementar un plan de gestión de la microcuenca, que incluya como algunos de sus componentes principales la capacitación, promoción e implementación de buenas prácticas de producción agrícola y pecuaria.
- Promocionar y fortalecer la integración del comité de cuenca como mecanismo de lograr institucionalidad para el manejo integral de la misma; esta acción debe liderada por el mismo comité, pero con el apoyo decidido de las diferentes instituciones que tienen por el momento mayores recursos.
- En el trabajo de campo de este estudio, se evidenció que existen deficiencias en el cumplimiento de la normativa sobre el recurso hídrico, por lo que se recomienda que el Comité de Cuencas asuma un papel proactivo en el propósito de lograr dicho cumplimiento.
- La cobertura forestal de la parte baja de la microcuenca, es la que alberga una enorme cantidad de biodiversidad de especies de flora y fauna y es la que protege y preserva a las cuencas hidrográficas por su capacidad de retener y proveer agua de alta calidad, haciendo del ecosistema un recurso natural interesante, implementar el manejo y recuperación de la cobertura forestal de la microcuenca.

- Se recomienda la capacitación del manejo de bofedales, pastorear en lapsos de 30 a 90 días. Con esta práctica se puede aumentar la producción por encima de 100% de forraje disponible. Por lo tanto, se incrementa en esta proporción la capacidad de carga del bofedal y controlar la mala distribución del agua y el encharcamiento en los bofedales, se debe redistribuir el agua, es decir, llevarla por todo el bofedal en forma de zeta (z).
- Difundir los resultados del presente estudio en todas las organizaciones privadas y estatales que tengan que ver con el manejo del recurso agua, en especial aquellas que tiene bajo mandato el manejo de cuencas hidrográficas de montaña.

## CAPITULO VII.

### LITERATURA CITADA

- Agarwal, A; Angeles, M; Bhatia, R; Chéret, I; Dávila-Poblete, S; Falkenmark, M; Gonzalez, F; Jonch-Clausen, T; Ait, M; Kindler, J; Rees, J; Roberts, P; Rogers, P; Solanes, M; Wright, A. 2000. Manejo integrado de recursos hídricos. Estocolmo, SE, Asociación Mundial para el Agua. v. TAC BACKGROUND PAPERS N° 4, 77 p.
- Arosemena, J. 2010. Gestión del recurso hídrico en la cuenca alta del río Caldera, Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 145 p.
- Barriga, M; Campos, J; Corrales, O; Prins, C. 2007. Gobernanza ambiental, adaptativa y colaborativa en bosques modelo, cuencas hidrográficas y corredores biológicos: diez experiencias en cinco países latinoamericanos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Departamento de Recursos Naturales y Ambiente Informe Técnico N°. 358, Economía, Política y Gobernanza del Ordenamiento de Recursos Naturales, Publicación N° 2:94 p.
- Bustamante, S. 2009. Gestión del agua para uso agrícola y pecuario en la parte alta y media de la subcuenca del río Gato, provincia de Herrera, República de Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 148 p.
- Cajina, M; Faustino, J. 2007. Alternativas de captación de agua, la esperanza de mejores cosechas y la conservación ambiental; Cogestión de actores locales y acción colectiva en la subcuenca del río Aguas Calientes, Nicaragua. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Serie técnica. Informe técnico N° 355:46 p.
- Caraballo, Y; Más, A. 2009. El análisis de las redes sociales en la identificación de las relaciones de colaboración: estudio de la Revista Cubana de Ciencia Agrícola. ACIMED Vol. N° 20:8 p.
- Clark, L. 2006. Manual para el mapeo de redes como una herramienta de diagnóstico. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT):31 p.
- CTM; ANA. 2009. Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos del Perú. Lima, PE, Autoridad Nacional del Agua (ANA), Comisión Técnica Multisectorial (CTM). 78 p.
- Chevalier, J. 2006. Análisis Social CLIP, Sistema de Análisis Social 2, SAS2; Conceptos y Herramientas para la Investigación Colaborativa y la Acción Social. Disponible en <http://www.sas2.net/es>
- Chevalier, J; Buckles, D. 2009. Guía para la Investigación Colaborativa y la Movilización Social. SAS. Ottawa, CA, Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo,

Ciencia para la Humanidad. 328 p. Disponible en [http://www.idrc.ca/en/ev-1-201-1-DO\\_TOPIC.html](http://www.idrc.ca/en/ev-1-201-1-DO_TOPIC.html)

- Dourojeanni, AC; Jouravlev, A. 2001a. Crisis de gobernabilidad en la gestión del agua a nivel de cuencas en América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Recursos Naturales e Infraestructura:73 p.
- Dourojeanni, AC; Jouravlev, A. 2001b. Crisis de gobernabilidad en la gestión del agua: Desafíos que enfrenta la implementación de las recomendaciones contenidas en el capítulo 18 del Programa 21. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) LC/L.1660–P, Serie Recursos Naturales e Infraestructura N° 35:83 p.
- Dourojeanni, AC; Jouravlev, A. 2002. Evolución de políticas hídricas en América Latina y el Caribe. División de Recursos Naturales e Infraestructura, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) Serie Recursos Naturales e Infraestructura N° 51:74 p.
- Dourojeanni, AC; Jouravlev, A; Chávez, G. 2002. Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Recursos Naturales e Infraestructura Serie N° 47, LC/L. 1777–P:83 p.
- Dourojeanni, AC. 2004. Análisis de la situación de la creación de entidades de cuencas en América Latina. Secretaria de medio Ambiente y recursos naturales (SEMARNAT), Seminario “Gestión Integral de Cuencas: teoría y práctica”:47 p.
- Estrada, NM; Filiberto, I; Vergara, C; Burgo, M. 2008. Participación ciudadana y género en la gestión del agua. Proyecto Binacional Catamayo-Chira - Proyecto Twinlatin, Alianza de Género y Agua (GWA) Encuentro internacional, Sistematización:150 p.
- FAO. 2002. Relaciones tierra - agua en cuencas hidrográficas rurales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma. IT, Boletín de tierras y aguas de la FAO, 9: 88 p.
- Faustino, J; Jiménez, F. 2005. Institucionalidad de los organismos de cuencas. Programa Focucenas II – MANCORSARIC Experiencias de FOCUENCAS II:76 p.
- Faustino, J; Jiménez, F; Velásquez, S; Alpízar, F; Prins, C. 2006. Gestión integral de cuencas hidrográficas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE):400 p.
- Faustino, J. 2009. Cogestión adaptativa de cuencas hidrográficas. Ambientico, Actualidad ambiental Vol. N° 189, :12 - 13 p.
- FORGAES. 2005. Método RAS para determinar la recarga de aguas subterráneas. Fortalecimiento de la Gestión Ambiental en El Salvador (San Salvador, SV): 40 p.
- Fukuda, S. 2003. Informe sobre Desarrollo Humano 2003. Los objetivos de desarrollo del milenio: Un pacto entre las naciones para eliminar la pobreza. Madrid, ES, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Grupo Mundi-Prensa. 367 p.

- Fuster, R; González, M. 2009. Manejo Integrado de Cuencas en la Adaptación al Cambio Climático. Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile REDLACH. Número 1, Año 5. Diciembre de 2009:75 p.
- García, D. 2010. Análisis de la gobernanza del recurso hídrico en la subcuenca del río Ulí, reserva de la Biosfera Bosawas, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 156 p.
- Geilfus, F. 1997. 80 Herramientas para el Desarrollo Participativo: Diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. Prochamate – IICA. San Salvador, SV Disponible en [http://iserver.ciat.cgiar.org/html/geilfus/geilfus\\_80herramientas.htm#\\_ftn1](http://iserver.ciat.cgiar.org/html/geilfus/geilfus_80herramientas.htm#_ftn1)
- Gómez, J. 2005. Análisis de disponibilidad del recurso hídrico para uso domiciliario en el Cantón de Orotina y MANEJO de una guía para un plan de gestión. Escuela Ingeniería en Construcción, Instituto Tecnológico de Costa Rica:61 p.
- González, W. 2011. Manejo y protección de zonas de recarga hídrica y fuentes de agua para consumo humano en la subcuenca del río Zaratí, Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 157 p.
- Ibáñez, WR; Lopez, C. 2013. Guía de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos para Gobiernos Locales. Lima, PE, Corporación Master Print Master, S.A.C v. REMURPE y la Cooperación Alemana GTZ, 88 p.
- IIG. 2004. Gobernanza, pensamiento estratégico y sostenibilidad. Institut Internacional de Governabilitat de Catalunya (IIG) Documentos de trabajo N° 3:12 p.
- Jiménez, F. 2005. Gestión integral de cuencas hidrográficas: Enfoques y estrategias actuales. Departamento Recursos, ciencia y decisión Edición N° 2:2 p.
- Jiménez, F. 2010a. Introducción al manejo y gestión de cuencas hidrográficas, Curso de Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE):35 p.
- Jiménez, F. 2010b. La cogestión de cuencas hidrográficas, Curso de Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE):32 p.
- Jiménez, F. 2010c. Reconocimiento inicial de la cuenca e identificación y caracterización de actores claves. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE):13 p.
- Jiménez, F. 2011. Estrategias para la implementación del manejo y gestión de cuencas hidrográficas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE):16 p.
- Klugman, J. 2010. Informe sobre Desarrollo Humano 2010. La verdadera riqueza de las naciones: Caminos al desarrollo humano. Madrid, ES, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Grupo Mundi-Prensa. v. Edición del Vigésimo Aniversario, 247 p.

- Ley N° 29338. 2009. Ley de Recursos Hídricos del Perú N° 29338. Congreso de la República, publicado en el diario El Peruano el 30 de marzo del 2009. Lima, PE.
- Ley N° 29338. 2010. Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos N° 29338. Congreso de la República, publicado el 24 de marzo del 2010 en el diario El Peruano. Lima, PE.
- Mamani, J. 2011. Análisis de algunos componentes de la gestión y la gobernanza del recurso hídrico en la microcuenca del río La Balsa, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) 150 p.
- Matus, O; Faustino, J; Jiménez, F. 2009. Guía para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica: Aplicación práctica en la subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) División de Investigación y Desarrollo, Serie técnica. Boletín técnico N° 38:40 p.
- Matus, OD. 2007. Elaboración participativa de una metodología para la identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en subcuencas hidrográficas, aplicada a la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua. Tesis de Mag. Sc. Turrialba, CR, Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE). 228 p.
- Ministerio del Ambiente; Brack, A. 2009. Política Nacional del Ambiente del Perú. Lima, PE, Ministerio del Ambiente (MINAM). 44 p.
- Orellana, AC. 2010. Análisis de los principales procesos y experiencias de cogestión de cuencas hidrográficas en la subcuenca del río Copán, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 129 p.
- Orozco, PP. 2006. Experiencias organizativas para el manejo de cuencas y MANEJO metodológica para incorporar el enfoque de cogestión: el caso de las subcuencas de los ríos Cállico y Jucuapa, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 175 p.
- Orozco, PP; Jiménez, F; Faustino, J; Prins, C. 2008. La cogestión de cuencas abastecedoras de agua para consumo humano. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Serie Técnica. Boletín Técnico Vol. N° 28:28 p.
- Pabón, E. 2009. Sistemas de Análisis Social (SAS): Enfoques y herramientas participativas para procesos de desarrollo. Centro Boliviano de Estudios Multidisciplinarios (CEBEM) Compilación de experiencias de aplicación: 149 p.
- Peña, H. 2000. El desafío de la gestión integrada de los recursos hídricos en el marco jurídico y económico de Chile. VI Jornadas del CONAPHI - CHILE: 15 p.
- Pochat, V. 2008. Principios de gestión integrada de los recursos hídricos. Asociación Mundial para el Agua (Global Water Partnership, GWP) Bases para el desarrollo de planes nacionales: 12 p.

- Prats, J (Noviembre, 7-11). 1996. Gobernabilidad y sector público en tiempo de globalización. Santiago, CL, VI Cumbre Iberoamericana de Jefes de Estado y de Gobierno.
- Quiroga, Á; Martí, J; Maya Jariego, I; Molina, JL. 2005. Talleres de autoformación con programas informáticos de análisis de redes sociales. Departament de Antropologia Social y Cultural:127 p.
- Ramakrishna, B. 1997. Estrategias de extensión para el manejo integrado de cuencas hidrográficas: conceptos y experiencias. San José, CR, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 319 p.
- REDLACH. 2009. Gestión Integrada de las Cuencas Hidrográficas como aporte a la Mitigación de los Cambios Climáticos. Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Manejo de Cuencas Hidrográficas (REDLACH):18 p.
- Ridder, D; Mostert, E; Wolters, H. 2006. Aprender juntos para gestionar juntos, La mejora de la participación pública en la gestión del agua Universidad de Osnabrück, Instituto de Investigación de Sistemas Medioambientales, La armonización de Planificación Colaborativa (HPC), Comisión Europea, dentro del programa temático "Energía, Medioambiente y Desarrollo Sostenible" (1998-2002 /Nº contrato EVK1-CT-2002-00120):110 p.
- Rivas, C; Faustino, J; González, A. 2003. Análisis de la Evolución Conceptual y Práctica del enfoque de Manejo de Cuencas en la Región Centroamericana Dialogo regional, "Experiencias sobre gestión territorial y manejo de cuencas, para el fortalecimiento de medios de vida rurales en Centroamérica". CATIE-PRISMA-BID:13 p.
- Rodríguez, J; Mérida, F. 2004. Guía practica de redes sociales. Universidad de Barcelona, Departamento de Sociología y Análisis de las Organizaciones UCINET 6:42 p.
- Sanz, L. 2003. Análisis de redes sociales: o cómo representar las estructuras sociales subyacentes. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Unidad de Políticas Comparadas (CSIC), Grupo de Investigación sobre Políticas de Innovación, Tecnología, Formación y Educación (SPRITTE) Apuntes de Ciencia y Tecnología, Nº 7:21-29 p.
- Sepúlveda, S; Rodríguez, A; Echeverri, R; Portilla, M. 2003. El enfoque territorial del desarrollo rural. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA):156 p.
- Solanes, M; González, F. 2001. Los principios de Dublín reflejados en una evaluación comparativa de ordenamientos institucionales y legales para una gestión integrada del agua. Asociación Mundial del Agua (GWP) Trabajos de investigación Nº 3:44 p.
- Velázquez, A; Aguilar, N. 2005. Manual Introductorio al Análisis de Redes Sociales. Universidad Autónoma del Estado de México, Centro de Capacitación y Evaluación para el Desarrollo Rural S.C. Ejemplos prácticos con UCINET 6.85 y NETDRAW 1.48:45 p.

- Velázquez, A; Rey, L. 2007. El valor agregado de las redes sociales: MANEJO metodológica para el análisis del capital social. México, MX Disponible en [http://revista-redes.rediris.es/html-vol13/Vol13\\_5.htm](http://revista-redes.rediris.es/html-vol13/Vol13_5.htm)
- Villón, M. 2002. Hidrología. Serie de Ingeniería Agrícola del Instituto, Tecnológico de Costa Rica (ITCR). Cartago. CR: 436 p.
- Visión Mundial. 2001. Manual de manejo de cuencas. Ottawa, CA, Visión Mundial Canadá. 104 p.
- Wenger, R; Rogger, C; Wymann, S. 2003. Manejo Integrado de los Recursos Hídricos (IWRM): Un camino hacia la sostenibilidad. Infosources Focus N° 1/03:16 p.
- Wilches-Chaux, G. 1993. a vulnerabilidad global. *In*: Los desastres no son naturales. A. Maskrey (Comp). La Red. Bogotá, CO: 41 p.
- Zury, W. 2004. Manual de planificación y gestión participativa de cuencas y microcuencas una MANEJO con enfoque de desarrollo local. Loja, EC, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 384 p.

## CAPITULO VIII – ANEXO

### **ANEXO A. Lista De Abreviaturas y Siglas.**

AGRORURAL:	Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural
ALA Juliaca:	Administración Local del Agua Juliaca
BID:	Banco Interamericano de Desarrollo
C. CUENCA:	Comité de Cuenca
PSI:	Programa Subsectorial de Irrigaciones
PRORRIDRE:	Programa Regional de Riego y Drenaj
CATIE:	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CEPAL:	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CLIP:	Conflicto, Legitimidad, Intereses y Poder
FNUAP:	Fondo de Población de las Naciones Unidas
FOCUENCAS:	Fortalecimiento de la Capacidad Local para el Manejo de Cuencas y la Prevención de Desastres Naturales
FODA:	Fortaleza, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
GIRH:	Gestión Integrada del Recurso Hídrico
GPS:	Sistema de Posicionamiento Global
GWP:	Global Water Partnership (Asociación Mundial para el Agua)
IGN:	Instituto Geográfico Nacional
OMS:	Organización Mundial de la Salud
ONG:	Organismos no Gubernamentales
OT:	Ordenamiento Territorial
PNGIRH:	Plan Nacional de Gestión Integral de Recurso Hídrico
REDLACH:	Latinoamericana de Cooperación Técnica en Manejo de Cuencas Hidrográficas
SENAMHI:	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
SENASA:	Servicio Nacional de Sanidad Animal
SIG:	Sistema de Información Geográfica

UNAP:	Universidad Nacional del Altiplano Puno
UTM:	Universal Transverse Mercator (Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator)
ZPRH:	Zonas Potenciales Recarga Hídrica

#### **ANEXO B. Guía de entrevista para responder el marco institucional (Geilfus 1997).**

##### 1. Introducción

- ✓ Presentación del entrevistador
- ✓ Explicar por qué se hace la entrevista

##### 1. Presentación de la metodología

##### 2. Información general

✓ Instituciones que tienen relación directa o indirecta con la gestión del agua para consumo humano a nivel local y nacional.

✓ Principales funciones o responsabilidades de esas instituciones

✓ Grado de cumplimiento de esas responsabilidades y funciones de las instituciones

✓ Evidencia (estudios, planificación de las instituciones, presupuesto, acciones concretas, etc.) para el cumplimiento de esas responsabilidades; si no fuese así, cuales son las causas o razones que tienen las instituciones para el no cumplimiento

✓ Lecciones aprendidas existentes sobre el tema de institucionalidad para la gestión del agua para consumo humano

##### 3. Comentarios adicionales

##### 4. Conclusiones y agradecimientos

### ANEXO C. Metodología Propuesta por Matus (2007)

Las zonas potenciales de recarga hídrica se podrán identificar evaluando básicamente los siguientes elementos metodológicos:

- a) Pendiente y micro relieve
- b) Tipo de suelo
- c) Tipo de roca
- d) Cobertura vegetal
- e) Uso del suelo

La ponderación a usar en la evaluación de cada elemento del modelo propuesto se encuentra entre 1 a 5, con base en las diferentes situaciones que se puedan encontrar dentro de cada elemento evaluado y tratando de homogenizar las categorías de puntuación a implementar. En este modelo 1 es la puntuación más baja dentro de cada elemento por presentar las características menos favorables para que ocurra la recarga hídrica y 5 la puntuación más alta dentro de cada elemento por presentar las características más favorables para la recarga hídrica.

Una vez que se evalúe cada elemento, la sumatoria de todos nos dará como resultado un número que se ubicará dentro de un rango donde se puede definir el potencial o la posibilidad de recarga hídrica de los sitios evaluados.

#### *Determinar el potencial de recarga de las zonas evaluadas*

El sexto paso es determinar la posibilidad de recarga hídrica de las zonas identificadas, con base en los resultados obtenidos de la evaluación de cada uno de los elementos del modelo propuesto, realizado en el punto anterior. Esto se realiza sustituyendo en la ecuación cada uno de los elementos que integra el modelo con los valores respectivos obtenidos en la evaluación en campo:

$$ZR = [0.27(Pend) + 0.23(Ts) + 0.12(Tr) + 0.25(Cve) + 0.13(Us)]$$

Para determinar la posibilidad de recarga hídrica de cada zona identificada, una vez que se evalúan las características que presentan dichas zonas, considerando los elementos de la metodología y las tablas diseñadas para tal efecto (tablas de evaluación), se multiplica cada resultado por su factor correspondiente y se suman los elementos; la sumatorias de las ponderaciones alcanzadas por todos los elementos indicará un número que se ubicará dentro de un rango, determinando así, cuales son las posibilidades para que ocurra la recarga hídrica en estos sitios.

**ANEXO D. Cuadro Resumen De Caudales De Fuentes Hídricas.**

CUADRO RESUMEN DE CAUDALES DE FUENTES HIDRICAS							
Nº	NOMBRE DE LA FUENTE	TIPO	CAUDAL lt/seg	UBICACIÓN COMUNIDAD	CODIGO	FECHA DE AFORO	TIPO DE USO
1	Miraflores	Rio	1.179	HUAYLLANI	HUAY-01	07/06/2014	Ganado
2	Miraflores	Rio	2.479	HUAYLLANI	HUAY-02	07/06/2014	Ninguno
3	Miraflores	Rio	3.196	HUAYLLANI	HUAY-03	07/06/2014	Ninguno
4	Putusillamayo	Rio	1.226	TUMARUMA	TUMAR-04	08/06/2014	Domestico
5	Putusillamayo	Rio	4.659	TUMARUMA	TUMAR-05	08/06/2014	Ganado
6	Quishuarani	Manantial	0.614	TUMARUMA	TUMAR-06	08/06/2014	Ganado
7	Tostapalla	Manantial	0.145	TUMARUMA	TUMAR-07	09/06/2014	Ninguno
8	Tostapalla	Manantial	1.200	TUMARUMA	TUMAR-08	00/01/1900	Riego - Bofedales
9	Huinupampa	Rio	24.659	TUMARUMA	TUMAR-08	09/06/2014	Riego

CALCULO DE CAUDAL DE AGUA - MET. VOLUMETRICO					
<b>UBICACIÓN POLITICA</b>			<b>UBICACIÓN HIDROGRAFICA</b>		
Departam.:	<b>Puno</b>		Hoya:	<b>Titicaca</b>	
Provincia:	<b>Lampa</b>		Cuenca:	<b>Juliaca</b>	
Distrito:	<b>Lampa</b>		Sub Cuenca:	<b>Lampa</b>	
Localidad:	<b>Huayllani</b>		Microcuenca:	<b>Huayllani</b>	
<b>FUENTE HIDRICA:</b>		<b>QUILANI</b>			
Tipo:	<b>Rio</b>	<b>Coordenadas UTM</b>			<b>Altitud ms nm</b>
Regimen:	<b>Continuo</b>	<b>E - N:</b>	350,190.00	8,281,180.00	4,505.00
<b>DATOS</b>					
t1 =	17.620	seg			
t2 =	16.460	seg			
t3 =	16.610	seg			
t4 =	17.160	seg			
Vol =	20.000	(Volumen de Recipiente - lt)			
<b>RESULTADOS INTERMEDIOS</b>					
Tx =	16.963				
<b>RESULTADOS FINALES</b>					
					<b>FECHA:</b> 07/06/2014
Q =	<b>1.179</b>	lt/seg			
Q =	<b>0.0012</b>	m3/seg			

CALCULO DE CAUDAL DE AGUA - MET. VOLUMETRICO					
UBICACIÓN POLITICA			UBICACIÓN HIDROGRAFICA		
Departam.:	<b>Puno</b>		Hoya:	<b>Titicaca</b>	
Provincia:	<b>Lampa</b>		Cuenca:	<b>Juliaca</b>	
Distrito:	<b>Cabanilla</b>		Sub Cuenca:	<b>Lampa</b>	
Localidad:	<b>Huayllani</b>		Microcuenca:	<b>Huayllani</b>	
FUENTE HIDRICA:		CABILTIA			
Tipo:	<b>Rio</b>	Coordenadas UTM			Altitud msnm
Regimen:	<b>Continuo</b>	E - N:	350,195.00	8,281,226.00	4,660.00
DATOS					
t1 =	8.810	seg			
t2 =	7.510	seg			
t3 =	7.700	seg			
t4 =	8.250	seg			
Vol =	20.000	(Volumen de Recipiente - lt)			
RESULTADOS INTERMEDIOS					
Tx =	8.068				
RESULTADOS FINALES			FECHA: 07/06/2014		
Q =	<b>2.479</b>	lt/seg			
Q =	<b>0.0025</b>	m3/seg			

CALCULO DE CAUDAL DE AGUA - MET. VOLUMETRICO					
UBICACIÓN POLITICA			UBICACIÓN HIDROGRAFICA		
Departam.:	<b>Puno</b>		Hoya:	<b>Titicaca</b>	
Provincia:	<b>Lampa</b>		Cuenca:	<b>Juliaca</b>	
Distrito:	<b>Cabanilla</b>		Sub Cuenca:	<b>Lampa</b>	
Localidad:	<b>Huayllani</b>		Microcuenca:	<b>Huayllani</b>	
FUENTE HIDRICA:		COMINI			
Tipo:	<b>Rio</b>	Coordenadas UTM			Altitud msnm
Regimen:	<b>Continuo</b>	E - N:	351,458.00	8,280,634.00	4,400.00
DATOS					
t1 =	6.330	seg			
t2 =	6.220	seg			
t3 =	6.300	seg			
t4 =	6.180	seg			
Vol =	20.000	(Volumen de Recipiente - lt)			
RESULTADOS INTERMEDIOS					
Tx =	6.258				
RESULTADOS FINALES			FECHA: 07/06/2014		
Q =	<b>3.196</b>	lt/seg			
Q =	<b>0.0032</b>	m3/seg			

CALCULO DE CAUDAL DE AGUA - MET. VOLUMETRICO						
<b>UBICACIÓN POLITICA</b>			<b>UBICACIÓN HIDROGRAFICA</b>			
Departam.:	<b>Puno</b>		Hoya:	<b>Titicaca</b>		
Provincia:	<b>Lampa</b>		Cuenca:	<b>Juliaca</b>		
Distrito:	<b>Cabanilla</b>		Sub Cuenca:	<b>Lampa</b>		
Localidad:	<b>Tumaruma</b>		Microcuenca:	<b>Huayllani</b>		
<b>FUENTE HIDRICA:</b>			<b>COMINI 1</b>			
Tipo:	<b>Rio</b>	<b>Coordenadas UTM</b>			<b>Altitud msnm</b>	
Regimen:	<b>Continuo</b>	<b>E: - N:</b>	351,434.00	8,280,629.00	4,530.00	
<b>DATOS</b>						
t1 =	16.610	seg				
t2 =	16.520	seg				
t3 =	16.030	seg				
t4 =	16.080	seg				
Vol =	20.000	(Volumen de Recipiente - lt)				
<b>RESULTADOS INTERMEDIOS</b>						
Tx =	16.310					
<b>RESULTADOS FINALES</b>						
					<b>FECHA:</b>	08/06/2014
Q =	1.226	lt/seg				
Q =	0.0012	m3/seg				

CALCULO DE CAUDAL DE AGUA - MET. VOLUMETRICO						
<b>UBICACIÓN POLITICA</b>			<b>UBICACIÓN HIDROGRAFICA</b>			
Departam.:	<b>Puno</b>		Hoya:	<b>Titicaca</b>		
Provincia:	<b>Lampa</b>		Cuenca:	<b>Juliaca</b>		
Distrito:	<b>Cabanilla</b>		Sub Cuenca:	<b>Lampa</b>		
Localidad:	<b>Tumaruma</b>		Microcuenca:	<b>Huayllani</b>		
<b>FUENTE HIDRICA:</b>			<b>COMINI 2</b>			
Tipo:	<b>Rio</b>	<b>Coordenadas UTM</b>			<b>Altitud msnm</b>	
Regimen:	<b>Continuo</b>	<b>E: - N:</b>	351,453.00	8,280,614.00	4,125.00	
<b>DATOS</b>						
t1 =	4.270	seg				
t2 =	4.440	seg				
t3 =	4.130	seg				
t4 =	4.330	seg				
Vol =	20.000	(Volumen de Recipiente - lt)				
<b>RESULTADOS INTERMEDIOS</b>						
Tx =	4.293					
<b>RESULTADOS FINALES</b>						
					<b>FECHA:</b>	08/06/2014
Q =	4.659	lt/seg				
Q =	0.0047	m3/seg				

CALCULO DE CAUDAL DE AGUA - MET. VOLUMETRICO					
<b>UBICACIÓN POLITICA</b>			<b>UBICACIÓN HIDROGRAFICA</b>		
Departam.:	<b>Puno</b>		Hoya:	<b>Titicaca</b>	
Provincia:	<b>Lampa</b>		Cuenca:	<b>Juliaca</b>	
Distrito:	<b>Cabanilla</b>		Sub Cuenca:	<b>Lampa</b>	
Localidad:	<b>Nestor Caceres</b>		Microcuenca:	<b>Tumaruma</b>	
<b>FUENTE HIDRICA:</b>			<b>HUERTACCACCA</b>		
Tipo:	<b>Manantial</b>	<b>Coordenadas UTM</b>			<b>Altitud msnm</b>
Regimen:	<b>Continuo</b>	<b>E: - N:</b>	351,774.00	8,280,357.00	4,100.00
<b>DATOS</b>					
t1 =	33.110	seg			
t2 =	33.050	seg			
t3 =	32.370	seg			
t4 =	31.860	seg			
Vol =	20.000	(Volumen de Recipiente - It)			
<b>RESULTADOS INTERMEDIOS</b>					
Tx =	32.598				
<b>RESULTADOS FINALES</b>					
					<b>FECHA:</b>
					08/06/2014
Q =	<b>0.614</b>	lt/seg			
Q =	<b>0.0006</b>	m3/seg			

CALCULO DE CAUDAL DE AGUA - MET. VOLUMETRICO					
<b>UBICACIÓN POLITICA</b>			<b>UBICACIÓN HIDROGRAFICA</b>		
Departam.:	<b>Puno</b>		Hoya:	<b>Titicaca</b>	
Provincia:	<b>Lampa</b>		Cuenca:	<b>Juliaca</b>	
Distrito:	<b>Cabanilla</b>		Sub Cuenca:	<b>Lampa</b>	
Localidad:	<b>Tumaruma</b>		Microcuenca:	<b>Huayllani</b>	
<b>FUENTE HIDRICA:</b>			<b>PATILLACUCHO</b>		
Tipo:	<b>Manantial</b>	<b>Coordenadas UTM</b>			<b>Altitud msnm</b>
Regimen:	<b>Continuo</b>	<b>E: - N:</b>	352,686.00	8,281,639.00	4,000.00
<b>DATOS</b>					
t1 =	27.910	seg			
t2 =	27.570	seg			
t3 =	27.500	seg			
t4 =	27.680	seg			
Vol =	4.000	(Volumen de Recipiente - It)			
<b>RESULTADOS INTERMEDIOS</b>					
Tx =	27.665				
<b>RESULTADOS FINALES</b>					
					<b>FECHA:</b>
					09/06/2014
Q =	<b>0.145</b>	lt/seg			
Q =	<b>0.0001</b>	m3/seg			

CALCULO DE CAUDAL DE AGUA - MET. VOLUMETRICO					
UBICACIÓN POLITICA			UBICACIÓN HIDROGRAFICA		
Departam.:	<b>Puno</b>		Hoya:	<b>Titicaca</b>	
Provincia:	<b>Lampa</b>		Cuenca:	<b>Juliaca</b>	
Distrito:	<b>Cabanilla</b>		Sub Cuenca:	<b>Lampa</b>	
Localidad:	<b>Tumaruma</b>		Microcuenca:	<b>Huayllani</b>	
FUENTE HIDRICA:		KAQUENCORANI			
Tipo:	<b>Rio</b>	Coordenadas UTM		Altitud msnm	
Regimen:	<b>Continuo</b>	E: - N:	351,905.00	8,278,619.00	4,040.00
DATOS					
t1 =	16.970	seg			
t2 =	16.980	seg			
t3 =	16.820	seg			
t4 =	15.900	seg			
Vol =	20.000	(Volumen de Recipiente - lt)			
RESULTADOS INTERMEDIOS					
Tx =	16.668				
RESULTADOS FINALES				FECHA: 09/06/2014	
Q =	<b>1.200</b>	lt/seg			
Q =	<b>0.0012</b>	m3/seg			

CALCULO DE CAUDAL DE AGUA - MET. VOLUMETRICO					
UBICACIÓN POLITICA			UBICACIÓN HIDROGRAFICA		
Departam.:	<b>Puno</b>		Hoya:	<b>Titicaca</b>	
Provincia:	<b>Lampa</b>		Cuenca:	<b>Juliaca</b>	
Distrito:	<b>Cabanilla</b>		Sub Cuenca:	<b>Lampa</b>	
Localidad:	<b>Tumaruma</b>		Microcuenca:	<b>Huayllani</b>	
FUENTE HIDRICA:		KAQUENCORANI			
Tipo:	<b>Rio</b>	Coordenadas UTM		Altitud msnm	
Regimen:	<b>Continuo</b>	E: - N:	351,905.00	8,278,619.00	3,900.00
DATOS					
t1 =	3.370	seg			
t2 =	3.010	seg			
t3 =	3.142	seg			
t4 =	3.455	seg			
Vol =	80.000	(Volumen de Recipiente - lt)			
RESULTADOS INTERMEDIOS					
Tx =	3.244				
RESULTADOS FINALES				FECHA: 09/06/2014	
Q =	<b>24.659</b>	lt/seg			
Q =	<b>0.0247</b>	m3/seg			

ANEXO E. Panel fotográfico



Fotografía 1. Vista de la parte alta de la microcuenca



Fotografía 2. Vista del río Huayllani en la parte media de la microcuenca



Fotografía 3. Aforo de las quebradas de la microcuenca



Fotografía 4. Aforo de las fuentes de agua



Fotografía 5. Sensibilización a cerca del manejo de cuencas y las ZRH



Fotografía 6. Delimitación participativa de las ZRH



**ANEXO F. Planos.**