



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**EVALUACIÓN AMBIENTAL Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS
DE APROVISIONAMIENTO Y REGULACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LA
MICROCUCENCA AMBUQUÍ, CANTÓN IBARRA, PROVINCIA DE IMBABURA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERAS EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

AUTORAS:

Mireya Elizabeth Navarrete Hernández

Carmen Claudia Paspuezán Tatamues

DIRECTOR:

PhD. José Alí Moncada

Ibarra – Ecuador

2017



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

**“EVALUACIÓN AMBIENTAL Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS
SERVICIOS DE REGULACIÓN Y APROVISIONAMIENTO DEL RECURSO
HÍDRICO EN LA MICROCUENCA AMBUQUÍ, CANTÓN IBARRA, PROVINCIA
DE IMBABURA”**

Tesis de grado revisada por el Comité Asesor, previa a la obtención del Título de:

INGENIERAS EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

APROBADA:

PhD. José Alfí Moncada

DIRECTOR


.....
FIRMA


Ing. Sandra Gavilanes. MSc.

ASESORA


.....
FIRMA

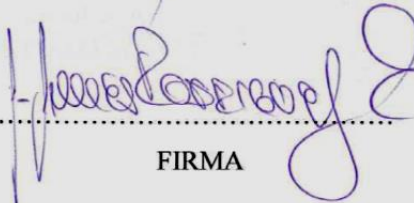
Ing. Santiago Salazar. MSc.

ASESOR


.....
FIRMA

PhD. James Rodríguez

ASESOR


.....
FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determino la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejamos sentada nuestra voluntad de participar en este proyecto, para lo cual ponemos a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100359523-6		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Navarrete Hernández Mireya Elizabeth		
DIRECCIÓN:	Ambuquí-Barrio San Miguel		
EMAIL:	mirenavarrete@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	062698070	TELÉFONO MÓVIL:	0969195246

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	040174365-3		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Paspuezán Tatamues Carmen Claudia		
DIRECCIÓN:	Tufiño - Tulcán - Carchi		
EMAIL:	Cpaspuezanclau97@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0987688254

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	EVALUACIÓN AMBIENTAL Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS DE APROVISIONAMIENTO Y REGULACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LA MICROCUENCA AMBUQUÍ, CANTÓN IBARRA, PROVINCIA DE IMBABURA
AUTORAS:	Mireya Elizabeth Navarrete Hernández Carmen Claudia Paspuezán Tatamues
FECHA:	25 de mayo del 2017
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera en Recursos Naturales Renovables
DIRECTOR:	PhD. José Alí Moncada

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

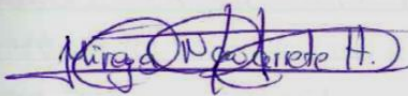
Nosotras, **MIREYA ELIZABETH NAVARRETE HERNÁNDEZ**, con cédula de identidad Nro. **100359523-6** y **CARMEN CLAUDIA PASPUEZÁN TATAMUES**, con cédula de identidad Nro. **040174365-3**, en calidad de autoras y titulares de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos la entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

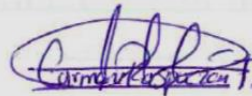
Las autoras manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

AUTORAS:

ACEPTACIÓN:



.....
Mireya Elizabeth Navarrete Hernández
C.I. 100359523-6



.....
Carmen Claudia Paspuezán Tatamues
C.I. 040174365-3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Nosotras, **MIREYA ELIZABETH NAVARRETE HERNÁNDEZ**, con cédula de identidad Nro. 100359523-6 y **CARMEN CLAUDIA PASPUEZÁN TATAMUES**, con cédula de identidad Nro. 040174365-3, manifestamos nuestra voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autoras de la obra o trabajo de grado denominado: **“EVALUACIÓN AMBIENTAL Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS DE APROVISIONAMIENTO Y REGULACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LA MICROCUENCA AMBUQUÍ, CANTÓN IBARRA, PROVINCIA DE IMBABURA”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieras en Recursos Naturales Renovables en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En nuestra condición de autoras me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Mireya Elizabeth Navarrete Hernández

C.I. 100359523-6

Carmen Claudia Paspuezán Tatamues

C.I. 040174365-3

Ibarra, a los 25 días del mes de mayo del 2017

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por las señoritas: NAVARRETE HERNÁNDEZ MIREYA ELIZABETH y PASPUEZÁN TATAMUES CARMEN CLAUDIA, bajo mi supervisión.



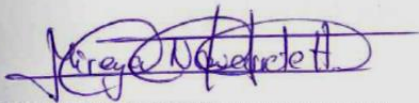
.....
PhD. José Ali Moncada

DIRECTOR

DECLARACIÓN


Manifetamos que la presente obra es original y se ha desarrollado sin violar los derechos de autor de terceros; por lo tanto, es original y somos las titulares de los derechos patrimoniales; por lo que asumimos la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldremos en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 25 días del mes de mayo del 2017



.....
Mireya Elizabeth Navarrete Hernández

C.I. 100359523-6



.....
Carmen Claudia Paspuezán Tatamues

C.I. 040174365-3

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios, por ser nuestro guía y darnos su bendición y protección para lograr culminar esta etapa de nuestras vidas.

A nuestro Director de tesis, PhD. José Alí Moncada y al equipo asesor conformado por: PhD. James Rodríguez, MSc. Sandra Gavilánez y MSc. Santiago Salazar; por el apoyo brindado para la culminación de este estudio.

A la PhD. Nancy Sanhueza y al PhD. Xavier Zapata; por el apoyo y guía brindado durante el desarrollo de nuestra tesis.

A nuestros padres, familiares, amigos: Kary, Liz, Gene y compañeros por el cariño y apoyo incondicional que nos han brindado para alcanzar nuestra metas.

Mireya y Claudia

DEDICTORIA

A Dios por bendecirme cada día de mi vida.

A mis padres María Hernández y Senover Navarrete por su amor oportuno y desinteresado, su apoyo incondicional y ser el pilar fundamental en la culminación de mi vida profesional.

A mi hermano Jeferson, por ser mi amigo, cómplice y confiar en mí.

A mi compañera de tesis Clau con quien he compartido momentos inolvidables; quién más que una compañera se ha convertido en mi amiga.

Mireya Navarrete H.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por su infinito amor y bendición.

A mis padres Agustín y Elsa, por ser mis primeros maestros, mi más grande ejemplo y por todo el apoyo incondicional que han sabido brindarme en cada etapa de mi vida.

A mis hermanos: Helen, Frédiric y Rocio, por motivarme y ayudarme a cumplir mis sueños.

A mis familiares y amigos, principalmente a mi estimada compañera de tesis Mire, por todos los momentos que hemos compartido.

A todos los maestros que han compartido sus valiosos conocimientos y experiencia en el transcurso de mi vida académica.

Claudia Paspuezán T.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Pregunta directriz.....	3
CAPÍTULO II.....	4
2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	4
2.1. Antecedentes.....	4
2.2. Marco Teórico	6
2.2.1. Cuenca Hidrográfica.....	6
2.2.2. Servicios Ambientales	7
2.2.3. Evaluación ambiental del recurso hídrico	9
2.2.3.1. Ciclo Hidrológico	9
2.2.3.2. Índice de Escasez.....	11
2.2.4. Valoración Económica de los servicios Ambientales	12
2.2.4.1. Métodos de Valoración.....	13
2.2.5. Manejo y Conservación del Recurso Hídrico.....	14
2.3. Marco Legal.....	15
CAPITULO III.....	35
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
3.1. Caracterización del área de estudio	35
3.1.1. Ubicación geográfica.....	35
3.1.2. Conformación territorial de la microcuenca Ambuquí.....	36
3.1.3. Caracterización biofísica de la microcuenca	36
3.2. Materiales, equipos, insumos y herramientas.....	48

3.3.	Métodos	49
3.3.1.	Caracterización y evaluación ambiental de los servicios de aprovisionamiento y regulación hídrica	49
3.3.2.	Estimación del valor económico de los servicios de aprovisionamiento y regulación del recurso hídrico	53
3.3.3.	Estrategias de conservación y manejo del recurso hídrico de la microcuenca.....	55
CAPÍTULO IV		56
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	56
4.1.	Caracterización y evaluación de los servicios de regulación y aprovisionamiento del recurso hídrico de la microcuenca Ambuquí.....	56
4.2.	Recurso hídrico de la microcuenca Ambuquí	56
4.3.	Caracterización del servicio de aprovisionamiento - usos del agua	58
4.4.	Caracterización del servicio de regulación del ciclo hidrológico.....	62
4.5.	Medición de caudales	70
4.6.	Parámetros de caracterización de los servicios de regulación y aprovisionamiento del recurso hídrico	74
4.7.	Valoración económica de los servicios de aprovisionamiento y regulación del recurso hídrico.....	77
4.7.6.	Valoración económica del servicio de aprovisionamiento.....	77
4.7.6.1.	Modelos de regresión para las comunidades demandantes del RH.....	87
4.7.7.	Valoración económica del servicio de regulación hídrica.....	93
4.7.7.1.	Modelos de regresión para las comunidades ofertantes del RH	99
4.8.	Estrategias de conservación y manejo del recurso hídrico	104
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		117
REFERENCIAS		120
ANEXOS.....		126

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación Internacional de los Servicios Ecosistémicos	8
Tabla 2. Parámetros morfométricos de la microcuenca Ambuquí	37
Tabla 3. División de la microcuenca Ambuquí	38
Tabla 4. Clasificación climatológica de la microcuenca Ambuquí	39
Tabla 5. Tipos de pendientes de la microcuenca Ambuquí	39
Tabla 6. Zonas de vida de la microcuenca Ambuquí	41
Tabla 7. Clases agroecológicas de la microcuenca Ambuquí	43
Tabla 8. Uso actual del suelo de la microcuenca Ambuquí	45
Tabla 9. Uso potencial del suelo de la microcuenca Ambuquí	45
Tabla 10. Conflictos de uso del suelo de la microcuenca Ambuquí	47
Tabla 11. Equipos e Instrumentos	48
Tabla 12. Demanda social hídrica	51
Tabla 13. Rangos críticos de presión, Índice de escasez	53
Tabla 14. Comunidades y número de encuestas aplicadas	54
Tabla 15. Quebradas y vertientes aportantes al drenaje principal de la microcuenca Ambuquí	57
Tabla 16. Usos y aprovechamiento del agua en la microcuenca Ambuquí	59
Tabla 17. Ubicación de las Estaciones Meteorológicas	62
Tabla 18. Datos de Precipitación y Temperatura Medias Mensuales de la Estación Salinas ..	63
Tabla 19. Datos de precipitación y temperatura media mensual de la estación San Vicente ..	64
Tabla 20. Datos de precipitación y temperatura medias mensuales de la estación San Gabriel	66
Tabla 21. Datos de precipitación y temperatura medias mensuales de la estación Otavalo	67
Tabla 22. Datos de precipitaciones y temperaturas medias mensuales de la estación Cahuasquí	69
Tabla 23. Puntos de aforo de caudales del recurso hídrico en la microcuenca Ambuquí	71
Tabla 24. Monitoreo de caudales en los puntos de aforo	72
Tabla 25. Demanda Social Hídrica	76

Tabla 26. Acceso, tarifa y frecuencia del servicio de agua de consumo humano de la población demandante del recurso hídrico en la microcuenca Ambuquí.....	78
Tabla 27. Acceso, servicio y pago por el agua de riego de la población demandante del recurso hídrico en la microcuenca Ambuquí.....	80
Tabla 28. Disminución en la cantidad de agua, según la opinión de la población demandante del recurso hídrico en la microcuenca Ambuquí.....	81
Tabla 29. Problemas ambientales y acciones para la conservación del agua, según la población demandante del recurso hídrico en la	83
Tabla 30. Disposición de máxima y mínima disposición a pago y a ser compensado por los servicios de regulación y aprovisionamiento del recurso hídrico en la microcuenca Ambuquí.....	84
Tabla 31. Información socio económica de la población demandante del recurso hídrico en la microcuenca Ambuquí	86
Tabla 32. Variables independientes que influyen en la respuesta de la disposición al pago por mantener el recurso hídrico en la Comunidad Ambuquí.....	88
Tabla 33. Variables independientes que influyen en la respuesta de la disposición al pago por mantener el recurso hídrico en la comunidad de Las Mercedes	89
Tabla 34. Variables independientes que influyen en la respuesta de la disposición al pago por mantener el recurso hídrico en la comunidad del Lavandero.....	90
Tabla 35. Variables independientes que influyen en la respuesta de la disposición al pago por mantener el recurso hídrico en la comunidad San Clemente	91
Tabla 36. Acceso y usos del agua en las comunidades ofertantes del recurso hídrico en la Microcuenca Ambuquí.....	94
Tabla 37. Percepción de la cantidad de agua y problemas ambientales presentes en la Microcuenca Ambuquí, según la población ofertante del recurso hídrico.....	95
Tabla 38. Máxima y mínima disposición a ser compensado y proyectos ambientales a realizarse en la microcuenca Ambuquí	96
Tabla 39. Información socio económica de la población de las comunidades ofertantes del recurso hídrico en la microcuenca Ambuquí.....	98
Tabla 40. Variables independientes que influyen en la respuesta de la disposición a ser compensados por mantener el recurso hídrico en la comunidad de Apangora	99

Tabla 41. Variables independientes que influyen en la respuesta de la disposición a ser compensados por mantener el recurso hídrico en la comunidad de Peñaherrera.....	100
Tabla 42. Variables independientes que influyen en la respuesta de la disposición a ser compensados por mantener el recurso hídrico en la comunidad Chaupi Guarangui	101
Tabla 43. Variables independientes que influyen en la respuesta de la disposición a ser compensados por mantener el recurso hídrico en la comunidad Rancho Chico	102
Tabla 44. Variables independientes que influyen en la respuesta de la disposición a ser compensados por mantener el recurso hídrico en la comunidad Rumipamba	103
Tabla 45. FODA de la Microcuenca Ambuquí	105
Tabla 46. Proyecto 1.....	107
Tabla 47. Proyecto 2.....	109
Tabla 48. Proyecto 3.....	113
Tabla 49. Proyecto 4.....	116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo hidrológico	9
Figura 2. Ubicación del área de estudio	35
Figura 3. Diagrama ombrotérmico de la estación Salinas.....	64
Figura 4. Diagrama ombrotérmico de la estación San Vicente.....	65
Figura 5. Diagrama Ombrotérmico de la estación San Gabriel	67
Figura 6. Diagrama Ombrotérmico de la estación Otavalo.....	68
Figura 7. Diagrama Ombrotérmico de la estación Cahuasqui	70
Figura 8 y Figura 9. Representación del caudal máximo y mínimo de acuerdo al mes y al punto de aforo en la microcuenca Ambuquí.....	72

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1

- 1.- Mapa de ubicación del área de estudio
- 2.- Mapa de parámetros morfométricos
- 3.- Mapa de división de la microcuenca
- 4.- Mapa climático
- 5.- Mapa de pendientes
- 6.- Mapa de zonas de vida
- 7.- Mapa de clases agroecológicas
- 8.- Mapa de uso actual del suelo
- 9.- Mapa de uso potencial del suelo
- 10.- Mapa de conflictos de uso del suelo
- 11.- Mapa hidrológico
- 12.- Mapa de isoyetas
- 13.- Mapas de isotermas
14. Mapas de puntos de aforo

Anexo 2

Formato de encuestas dirigidas a los ofertantes del recurso hídrico

Formato de encuestas dirigidas a los demandantes del recurso hídrico

Anexo 3

Fotografías

RESUMEN

La microcuenca Ambuquí localizada en la parroquia de Ambuquí, perteneciente al cantón Ibarra, provincia de Imbabura; con una superficie de 8142,87 ha. Es una microcuenca que provee agua para diferentes usos a nueve comunidades. De acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial parroquial, el recurso hídrico se encuentra entre uno de los componentes más vulnerables del ecosistema. Se encuentra amenazado principalmente por: el acelerado cambio de uso del suelo, la quema del páramo y malas prácticas agrícolas. Adicionalmente existe desconocimiento de los servicios ambientales y sociales percibidos del recurso hídrico y su valor económico estimado. Esto ha conllevado a que exista un déficit hídrico y la generación de conflictos sociales, siendo necesaria la evaluación ambiental económica del recurso hídrico presente en la microcuenca que aporta con información sobre el estado actual hídrico, biofísico y social del área de estudio; ya que en contexto se evaluó ambiental y económicamente los servicios de aprovisionamiento y regulación del recurso hídrico en la cuenca social para establecer estrategias de conservación que permitan mantener y mejorar estos servicios de manera sostenible y sustentable. Para la evaluación ambiental se caracterizó los servicios de aprovisionamiento y regulación del recurso hídrico mediante el análisis de datos de cinco estaciones meteorológicas completas; el cálculo del índice de escasez y el monitoreo de caudales en un período de seis meses. Se obtuvo un índice de escasez del 67,58% correspondiente a un rango crítico de presión sobre el recurso hídrico, indicando una baja disponibilidad de agua y la urgencia de una correcta gestión del recurso en la microcuenca. La valoración económica de los dos servicios se obtuvo mediante el método de valoración contingente, que consistió en la aplicación de encuestas; para obtener la disposición al pago (DAP) por parte de los demandantes y la disposición a ser compensado para los ofertantes del recurso. La población de las cuatro comunidades demandantes del recurso están dispuestas a contribuir con un DAP de \$ 559,85 dólares mensuales; mientras que la población de las cinco comunidades ofertantes del recurso tienen un DAC de 3.760 dólares mensuales. Las estrategias de conservación y manejo del recurso hídrico se basaron principalmente en el análisis FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) de la microcuenca y se presentan en cuatro proyectos: “Conserva el agua preserva la vida”, “Ecozonas”, “Halcón” y “Compensación por servicios ambientales”.

SUMMARY

The Ambuquí micro-watershed is located in the Ambuquí parish, belonging to the Ibarra Canton, Imbabura Province; it covers a surface of 8.142,87 ha. This watershed provides the vital liquid to nine communities has various uses, according with the Development and Land-Use Parish Plan the water resource is one of the most vulnerable components of the ecosystem. Threatened mainly by: the intensive change of land use, the burning of the wasteland and the poor agricultural practices. Additionally, the ignorance of the environmental services and the economic value estimated of the water resource; it has led to exist a water shortage and the generation of social conflicts. In this research was carried out environmental assessmet and economic valuation of provisioning services and regulation of water resource; through characterization, biophysical and social assessment of water resource in the study area; for which was development the contingent evaluation through surveys in which it was estimated the value perceived by the two evaluated services for the social watershed and determined the shortage rate with the aim of establishing conservation strategies that allow to maintain and improve these services in a tenable and sustainable manner. For the environmental evaluation, the provisioning services and regulation of water resource were characterized by the analysis of meteorological data from five complete stations. Flows were monitored over a period of six months in which three corresponded to rainy season and three to dryness season; with the aforementioned the shortage index was evaluated, being this one a 67.58% corresponding to a critical range of pressure on the water resource due to a low availability of water, which urgently requires a correct management of the resource. The economic evaluation applied to the communities bidders and claimants of the water resource allowed to know the disposal at the payment (DAP) on the part of the claimants and the disposal to be compensated for the bidders of the resource. Obtaining a DAP of \$ 559, 85 monthly dollars for the provisioning service and a DAC of \$ 3.760,00 monthly dollars for the regulation water resource. With the results obtained from the evaluation and the SWOT analysis strategies for the conservation and management of the hydric resource were established in a participative way; for which four projects are proposed: “Conserve water preserve life”, “Ecozones”, “Hawk”, and “Compensation for environmental services”.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema

El agua y el suelo constituyen recursos que sustentan la vida. Sin embargo, las diversas actividades humanas al no estar enfocadas desde un punto de vista sostenible han causado su deterioro dado que se ha priorizado la producción y la economía respecto al desarrollo social. Adicionalmente se desconoce el valor que los recursos naturales representan para la sociedad humana, desde una perspectiva ecológica, económica, ética y cultural (Corporación Andina de Fomento y The Nature Conservancy, 2008).

En el Ecuador, la gestión del agua se encuentra en proceso ya que a partir de 1995 el concepto dirigido al manejo de cuencas hidrográficas evolucionó, pero fue en 1999 donde se empieza con un enfoque estratégico hacia las mismas; sin embargo la mayoría de proyectos desarrollados han estado orientados a controlar problemas de suministro de agua para la generación de energía. Pese a esto existen importantes experiencias de gestión en los últimos años y una creciente actividad en este contexto sin embargo no es suficiente ya que existe un déficit de información hidrometeorológica en las instituciones responsables de la investigación, planificación y administración del recurso agua (Ministerio del Ambiente y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2014).

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia de Ambuquí se determinó que el recurso hídrico se encuentra entre uno de los componentes más vulnerables del ecosistema; ya que se encuentra amenazado principalmente por el cambio de uso del suelo, la quema del páramo y malas prácticas agrícolas (Cuamacás y Terán, 2012). A esto se suma el desconocimiento del valor económico estimado de los servicios ambientales que se perciben del recurso hídrico, lo que conlleva a que exista un déficit hídrico y la generación de conflictos sociales en la microcuenca.

Teniendo en cuenta la importancia y los diferentes usos del recurso hídrico para el óptimo funcionamiento de los ecosistemas, el desarrollo de actividades productivas y el uso para consumo humano; es necesario evaluar ambientalmente y valorar económicamente el recurso hídrico presente en la microcuenca Ambuquí.

1.2. Justificación

La valoración de los diferentes servicios ecosistémicos es uno de los instrumentos de gestión para el manejo, conservación y protección de los recursos naturales; ya que permite estimar un valor económico y por tanto mantener los bienes y servicios que estos brindan. Actualmente se habla del pago por servicios ambientales como un referente innovador que pretende retribuir económicamente un servicio percibido, derivado de la naturaleza; con este valor se puede alcanzar un desarrollo sustentable y sostenible para los ofertantes y demandantes de los bienes y servicios ecosistémicos (Camacho, Reyes, Quiróz y Bonilla, 2003).

La presente investigación pretende evaluar ambientalmente el recurso hídrico mediante la determinación del índice de escasez y determinar el valor económico-social del recurso hídrico presente en el área de estudio de manera integral y participativa (comunidades, instituciones públicas, privadas, y la academia), utilizando la valoración contingente (valoración directa) que permite evaluar la disposición al pago y disposición a ser compensado; para mejorar e incrementar la disponibilidad del recurso evaluado.

El estudio al estar alineado al objetivo siete del Plan Nacional del Buen Vivir, que en su contexto expresa: garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global; contribuirá a la toma de decisiones y permitirá el establecimiento de alternativas de manejo y conservación del recurso hídrico (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar ambiental y económicamente los servicios de aprovisionamiento y regulación del recurso hídrico, en la microcuenca Ambuquí, cantón Ibarra - provincia de Imbabura.

1.3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar ambientalmente los servicios de aprovisionamiento y regulación del recurso hídrico.
- Valorar económicamente el servicio de aprovisionamiento de agua de consumo humano y riego.
- Valorar económicamente el servicio de regulación hídrica en la microcuenca.
- Establecer estrategias de conservación y manejo del recurso hídrico en la microcuenca.

1.4. Pregunta directriz

La investigación a realizarse posee cualidades descriptivas por lo que se plantea la siguiente interrogante:

¿Cuál es la evaluación ambiental y la valoración económica de los servicios de aprovisionamiento y regulación del recurso hídrico en la microcuenca Ambuquí?

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes

El suelo y el agua son elementos fundamentales para la vida y el desarrollo de las actividades humanas. A nivel global estos recursos no son manejados adecuadamente y son sobreexplotados (Altieri y Nicholls, 2000), en consecuencia se han suscitado graves efectos negativos que perjudican principalmente a los sistemas naturales de los cuales depende el equilibrio global. El recurso hídrico es un componente clave para el funcionamiento de los ecosistemas; la calidad y una correcta gestión de éste son vitales, para el correcto funcionamiento de los mismos y para el desempeño de las múltiples funciones y servicios ambientales (Echeverría, 2015).

En este sentido, las últimas décadas del siglo XX y los primeros años de siglo XXI, han estado marcados por una progresiva concientización acerca de los efectos negativos causados por las acciones humanas sobre el ambiente, tanto a nivel local como global y los inminentes cambios negativos que se evidencian en muchos lugares del mundo como: la erosión de los suelos, la contaminación y el déficit de los recursos hídricos (Aguirre, 2009). Hoy en día existe una mayor demanda y una menor disponibilidad de agua trayendo consigo una serie de problemas y conflictos sociales (Florez, 2010).

Al ser el agua un recurso vulnerable requiere de la estimación de un valor económico, la creación de políticas estables y la práctica y desarrollo de actividades y estrategias de gestión que contribuyan hacia la toma de decisiones y a un manejo integral, adecuado y planificado del recurso (Burneo, 2008).

La valoración de los servicios ambientales es una aproximación monetaria, altamente subjetiva y se fija en relación al nivel de bienestar que los servicios proveen a la población. Así, el valor económico que las personas asignan a los servicios ambientales, está

estrechamente relacionado con el tipo y nivel de información que estas tengan sobre los beneficios directamente atribuidos a tales servicios (Bockor, Escobedo, Sales y Ovando, 2005).

A partir de esto, es necesario mencionar algunos trabajos realizados por diferentes autores sobre metodologías y procesos de evaluación ambiental y valoración económica de los servicios ambientales en algunos países de Latinoamérica y principalmente en el Ecuador.

Los estudios respecto a evaluación ambiental y valoración económica; que se pueden citar son: Valoración económica y ambiental del recurso hídrico y propuesta de Manejo Sustentable, realizado por Esteban Salazar y Germánico García, en las microcuencas de Huambi y Córdoba, Parroquia Chugá, en el Cantón Pimampiro; en donde se estableció una tarifa de pago por el recurso hídrico en base al costo de oportunidad del uso del suelo, la productividad hídrica del bosque y el valor de protección y recuperación de bosques y páramos en las microcuencas. (Salazar y García, 2005). La Valoración del Recurso Agua, elaborado por José Rodríguez en la comunidad Frijolares–Güinope en Honduras; en los cuales se desarrollaron dos sistemas de valoración, directa e indirecta. La valoración directa permitió determinar el valor económico del recurso hídrico; mediante la valoración contingente. Mientras que, la valoración indirecta se desarrolló con el objetivo de valorar ambientalmente el recurso hídrico, mediante la aplicación de fórmulas y datos obtenidos en campo o mediante el uso de herramientas SIG.

En cuanto a trabajos relacionados con la metodología de cálculo de índices de escasez, (IE), empleada en el presente estudio; se pueden mencionar los trabajos realizados en Colombia: en el caso de la Subcuenca Quebrada Miraflores, la cual presenta un IE de 47,57%; correspondiente a una categoría alta debido a la presión sobre el recurso hídrico, indicando una baja disponibilidad de agua en condiciones de calidad y cantidad aptas para la satisfacción de los diferentes usos (Corporación Autónoma Regional de Nariño, 2011).

De los estudios donde se han generado estrategias de manejo y conservación del recurso hídrico se pueden citar: en la ciudad de Loja (Beltrán y Jaramillo, 2007), utilizando

elementos de evaluación del recurso hídrico y talleres participativos formularon alternativas para el manejo y la conservación de la microcuenca Shurcos y propuestas de pago a los ofertantes con los recursos que provengan del cobro por el servicio ambiental hídrico. Además trabajos similares se han desarrollado en la provincia del Carchi con el manejo de la cuenca del río El Ángel desarrollado por la corporación Randi Randi; en el que se implementó alternativas de manejo y conservación de las fuentes de agua. En la provincia de Tungurahua en sus diferentes cuencas y en Azuay con la cuenca del río Machángara; se han desarrollado trabajos de manejo comunitario de los recursos naturales y protección de fuentes de agua, entre otras estrategias de manejo y conservación (MAE Y FAO, 2014).

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Cuenca Hidrográfica

Una cuenca hidrográfica puede definirse como la confluencia de diversos afluentes de escorrentía superficial o subterránea, que aportan a un drenaje principal. También son consideradas como unidades o espacios geosociales y políticos, adecuados para la planificación y desarrollo aunque éste generalmente está orientado a temas de carácter hidrológico (Jimenez, 2010). De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (FAO, 2009) las cuencas hidrográficas proporciona diversos servicios ecosistémicos por las características y los recursos naturales que presentan. Los componentes que determinan el funcionamiento de una cuenca son los elementos naturales y los de generación antrópica (Parra, 2009).

Dentro de los componentes o elementos naturales se encuentran el agua, el suelo, la vegetación y el clima; y entre los antrópicos están: los socio-económicos y los jurídico-institucionales que son normas y políticas que regulan el uso de los recursos (Ovalles, Vergara y Ramirez, 2008). Estos componentes a la vez están condicionados por las características geográficas (latitud, altitud), geomorfológicas (tamaño, forma, relieve, densidad y tipo de drenaje), geológicas (orogénicas, volcánicas y sísmicas) y demográficas, (Ordóñez J. , 2011).

En el Ecuador el sistema hidrográfico, está determinado por la localización de la Cordillera de Los Andes, la cual atraviesa el Ecuador de Norte a Sur. El territorio ecuatoriano se divide en 31 Sistemas Hidrográficos, conformados por 79 cuencas que se subdividen en 137 cuencas y subcuencas, que corresponden a las dos vertientes hídricas que nacen en los Andes y drenan tanto hacia el Océano Pacífico, representando éstas el 48,07% de la superficie, como el restante 51,41% que drena a la Región Oriental (Ministerio del Ambiente Ecuatoriano, 2010).

2.2.2. Servicios Ambientales

Los servicios ambientales o servicios ecosistémicos, son funciones que brinda el ecosistema generando beneficios para la sociedad, (Servicios Ambientales: Importancia Ecológica y Económica). Los servicios ambientales no se gastan, ni se transforman cuando son utilizados; pero, al ser aprovechados en actividades agrícolas y productivas no sostenibles, se producen cambios en la provisión de los mismos (Cordero, Moreno y Kosmus, 2008). En un contexto diferente, los servicios ambientales son beneficios indirectos que el ecosistema provee a la sociedad (Reid, y otros, 2005) .

El concepto de servicios ambientales, es relativamente nuevo, y permite obtener una visión integral sobre el entorno natural y social; siendo necesario conocer las diferencias entre bienes y servicios ambientales. Los bienes ambientales son productos tangibles que se obtiene de la naturaleza de manera directa; mientras que los servicios ambientales son servicios intangibles que benefician indirectamente a la sociedad (Reid, y otros, 2005).

Categorías de los servicios Ambientales

La producción de los servicios ambientales depende del adecuado funcionamiento de los ecosistemas; ya que todos los niveles de organización pertenecientes al ecosistema, brindan un conjunto de servicios ambientales (Lomas, Louit, Montoya y Montes, 2005).

Según la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (Reid, y otros, 2005), los servicios ambientales se clasifican en:

- *Servicios de aprovisionamiento*: provisión de agua dulce, producción de alimentos, provisión de recursos forestales y producción de energía hidroeléctrica.
- *Servicios regulatorios*: regulación de la escorrentía superficial, infiltración de agua en el suelo, recarga de acuíferos, mantenimiento del flujo base, prevención y reducción de inundaciones, reducción del riesgo de deslizamientos, protección del suelo, control de la erosión y sedimentación, protección de la calidad del agua superficial y subterránea.
- *Servicios culturales*: recreación acuática, estética del paisaje, herencia cultural, identidad cultural, inspiración artística y espiritual.
- *Servicios de respaldo*: hábitat para especies diversas.

Además se pueden mencionar servicios ambientales adicionales como:

- Estabilización o mejoramiento del caudal anual del agua.
- Estabilización o mejoramiento de los caudales de estiaje.
- Concentración baja de sedimentos suspendidos.
- Mejora de la calidad microbiana.

Según la Clasificación Internacional Común de Servicios Ecosistémicos, CICES. Cataloga a los servicios ambientales o ecosistémicos de acuerdo a la sección, división y grupo (tabla1).

Tabla 1. Clasificación Internacional de los Servicios Ecosistémicos

SECCIÓN	DIVISIÓN	GRUPO
<i>Aprovisionamiento</i>	<i>Agua</i>	Agua
	<i>Materiales</i>	Plantas terrestres cultivadas y animales para comida
		Plantas de agua dulce cultivadas y animales para comida
		Plantas marinas cultivadas, algas y animales para comida
		Nutrientes y alimento natural para los recursos biológicos cultivados
		Fibra y estructura de plantas y animales
		Productos químicos para plantas y animales
		Materiales genéticos

	Energía	Biomasa basado en energía
	Otros servicios de aprovisionamiento	Otros servicios de aprovisionamiento
Regulación	Remediación y regulación del ambiente biofísico	Bio remediación
		dilución , filtración y secuestro de contaminantes
	Regulación de flujos	Regulación del flujo de aire
		Regulación del flujo de agua
Regulación del ciclo hidrológico		
		Regulación de caudal

Elaboración: Propia
Fuente: CICES, 2013

2.2.3. Evaluación ambiental del recurso hídrico

2.2.3.1. Ciclo Hidrológico

El ciclo del agua, también conocido como ciclo hidrológico, describe el movimiento continuo y cíclico del agua en el planeta Tierra. El agua puede cambiar su estado entre líquido, vapor y hielo en varias etapas del ciclo, y los procesos pueden ocurrir en cuestión de segundos o en millones de años. Aunque el equilibrio del agua en la Tierra permanece relativamente constante con el tiempo, las moléculas de agua individuales pueden circular de forma rápida (Sanchez, 2011). Figura 1.



Figura 1. Ciclo hidrológico
Fuente: Meteorología Básica, 2012

Componentes del ciclo hidrológico

Este ciclo es considerado un conjunto de partes diferenciadas que interactúan como un todo; el ciclo hidrológico presenta los siguientes componentes:

Evaporación: proceso mediante el cual se convierte el agua líquida en estado gaseoso. La evaporación puede ocurrir solamente cuando el agua está disponible. Este proceso requiere grandes cantidades de energía ya que la radiación solar favorece a la formación de vapor. (Ordóñez, 2011)

Condensación: las corrientes ascendentes de aire llevan el vapor a las capas superiores de la atmósfera, donde la baja temperatura causa que el vapor de agua se condense y forme las nubes.

Precipitación: se denomina precipitación, a toda agua meteórica que cae en la superficie de la tierra, tanto en forma líquida (llovizna, lluvia), sólida (nieve, granizo) y las precipitaciones ocultas (rocío y la helada), que son provocadas por un cambio de la temperatura o de la presión. La precipitación constituye la única entrada principal al sistema hidrológico continental Musy (Citado en Ordóñez, 2011).

Escorrentía superficial: es la porción de lluvia que no es infiltrada, interceptada o evaporada y que fluye sobre las laderas.

Infiltración: representa una parte de la precipitación que llega a penetrar la superficie del terreno (infiltración) a través de los poros y fisuras del suelo o las rocas, rellenando de agua el medio poroso (Caguana, 2015).

Evapotranspiración: este proceso implica a las formaciones geológicas en las que existe una parte superficial cuyos poros no están saturados en agua, que se denomina zona no saturada, y una parte inferior saturada en agua, y denominada zona saturada. Una buena parte del agua infiltrada nunca llega a la zona saturada sino que es interceptada en la zona no saturada.

En la zona no saturada una parte de esta agua se evapora y vuelve a la atmósfera en forma de vapor, y otra parte, mucho más importante cuantitativamente, se consume en la transpiración de las plantas. Por tanto estos dos fenómenos la evaporación y la transpiración en la zona no saturada son difíciles de separar, y es por esto que se utiliza el término evapotranspiración para englobar ambos términos, (Caguana, 2015).

Manantiales: referido según a una parte del agua subterránea que encuentra aperturas en la superficie terrestre y emerge como manantiales de agua, (Caguana, 2015).

Escorrentía subterránea: según Sánchez (citado en Caguana, 2015). El agua que desciende, por gravedad-percolación y alcanza la zona saturada constituye la recarga de agua subterránea.

Este sistema perfecto que es el ciclo hidrológico hoy en día ha sufrido un total desequilibrio, debido principalmente a la presión antrópica. Actualmente, todos los usuarios del agua evidencian una escasez y deterioro de la calidad del recurso hídrico. En ese sentido, es necesario tener un conocimiento básico del ciclo hidrológico, que determina el estado actual del recurso hídrico, así como la presión por la demanda del mismo, teniendo en cuenta su distribución espacial y temporal.

2.2.3.2. Índice de Escasez

Para evaluar el recurso hídrico es necesario determinar un indicador que permita establecer la disponibilidad de agua en la microcuenca; por lo que en el presente estudio se estimó el índice de escasez. Este permite conocer el rango de presión sobre el recurso hídrico pudiendo ser: alto, medio o bajo en la relación a la oferta y la demanda hídrica; cuando la cantidad de agua tomada de las fuentes es tan grande que se suscitan conflictos entre el abastecimiento de agua para las necesidades humanas, las ecosistémicas, las de los sistemas de producción y las demandas hídricas proyectadas hacia el futuro inmediato; metodología presentada por la Evaluación General de los Recursos de Agua Dulce del Mundo en 1997 (Infante Romero y Ortiz, 2008).

Además se puede añadir que la excesiva presión sobre una fuente de agua puede conducir a su agotamiento. Por tal motivo es importante conocer la cantidad de agua disponible, es decir la oferta y los niveles de demanda del recurso así como también las restricciones de uso necesarias para mantener las condiciones de la fuente abastecedora de agua. Esto indica, que además de ofrecer agua para el consumo humano y para abastecer las actividades productivas, es necesario que las corrientes abastecedoras mantengan un remanente de agua para atender

los requerimientos hídricos de los ecosistemas (Domínguez, Rivera, Venegas y Moreno, 2008).

Oferta Hídrica: está directamente asociada a la disponibilidad de agua que el ciclo hidrológico provee en un período y lugar dados (Domínguez, Rivera, Venegas, & Moreno, 2008). Su estimación y variabilidad puede obtenerse por medio de múltiples observaciones in situ con la utilización de equipos como el molinete electrónico, empleado en el presente estudio y que permite medir la velocidad del agua que circula en distintas profundidades (Castellón, 2014), o por medio de modelos hidrológicos calibrados como el SWMM (Storm Water Management Model (Méndez, 2013). Dentro de la oferta hídrica se encuentra: *la oferta hídrica total* que refleja el agua que circula por la fuente abastecedora del recurso hídrico y la *oferta disponible* que corresponde al volumen total disponible de agua para uso sostenible, mismo que al ser afectado negativamente representaría el caudal que puede llegar a la curva de agotamiento (Barrantes y Vega, 2002).

Demanda Hídrica: está representada en dos tipos de demanda: natural y social, la primera corresponde a la evapotranspiración real, según (Barrantes y Vega, 2002) que es la cantidad de agua que realmente pasa a la atmósfera por el proceso de evapotranspiración.

En las condiciones naturales la humedad es limitada y por lo tanto la ETR es menor que la ETP, siendo la ETP su valor máximo; y la segunda es la cantidad de agua necesaria para satisfacer las necesidades de la población. A nivel mundial, el mayor volumen de agua se utiliza en las actividades agropecuarias; no obstante, el uso crítico tiene que ver con el abastecimiento de agua de consumo humano para la población, (Sabas y Paredes, 2009). El cálculo de la demanda hídrica se establece a partir de las concesiones de agua otorgadas por la autoridad designada en cada país, en el Ecuador el organismo encargado es la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA).

2.2.4. Valoración Económica de los servicios Ambientales

La valoración de los servicios ambientales es una aproximación monetaria, altamente subjetiva y se fija en relación al nivel de bienestar que los servicios proveen a la población; es

decir un valor económico, que las personas asignen a los servicios ambientales. Esta valoración está, estrechamente relacionada con el tipo y nivel de información que estas tengan sobre los beneficios directamente atribuidos a tales servicios (Bockor, Escobedo, Sales y Ovando, 2005).

2.2.4.1. Métodos de Valoración

La valoración económica se considera como una apreciación de mercado con un enfoque que pretende reflejar o estimar un valor hacia un determinado recurso (Beltrán & Jaramillo, 2007). Para esto es necesario clasificar las diversas funciones del recurso para posteriormente hacer un levantamiento de datos y asignar un método de valoración; dentro de los dos grupos existentes: la valoración indirecta y la valoración directa.

Los métodos de valoración indirecta son aquellos que hacen uso de los precios de mercado en forma indirecta. Estos métodos se usan cuando diversos aspectos o atributos de los recursos naturales o servicios ambientales no tienen precios reflejados en el mercado establecido, (Sánchez, 2005). Ejemplo de estos es la belleza escénica, el aire limpio entre otros. Dentro de este método se encuentran:

- Método de Comportamiento Adverso
- Método de Costo de Viaje
- Método de la Función de Producción de Salud
- Método de los Precios Hedónicos

Los métodos de Valoración Directa, se basan en precios de mercado disponibles o en observación de cambios en la productividad. Se aplican cuando un cambio en la calidad ambiental o disponibilidad de un recurso afecta la producción o la productividad, (Sánchez, 2005). Dentro de este tipo de método se encuentran:

- Método de análisis residual
- Costo de oportunidad
- Valores directos de gastos

- Análisis de costo beneficio
- Valoración contingente

Para el caso del presente estudio es necesario citar el método de valoración contingente ya que este método permitió la consecución de los objetivos propuestos mediante encuestas.

Método de Valoración Contingente

Llamado también método de construcción de mercados hipotéticos, es empleado cuando no existe información de mercado, ni valores subrogados acerca de las preferencias de los individuos (disposición a pagar y aceptar) respecto a ciertos servicios ambientales o recursos naturales. Consiste en presentar al individuo situaciones hipotéticas (contingentes) y preguntarles sobre su posible reacción a tal situación. La entrevista puede ser directamente a través de cuestionarios u otras alternativas, donde el individuo responde a estímulos presentados bajo condiciones controladas. Se busca, por tanto, conocer las valoraciones que los individuos hacen de aumentos o disminuciones en cantidad y calidad de un recurso o servicio ambiental, bajo condiciones simuladas, Herrador y Dimas (citado en Sánchez, 2005).

2.2.5. Manejo y Conservación del Recurso Hídrico

El manejo y conservación de las cuencas hidrográficas; constituye un instrumento de política ambiental reconocido a nivel internacional que permite la gestión equilibrada de los recursos naturales y la integración de los actores involucrados en una sola problemática, permitiendo la conciliación de intereses (Umaña, 2002). El Manejo y conservación del recurso hídrico está encaminado al uso o aprovechamiento sostenible del mismo, mediante estrategias y lineamientos acordes a la realidad de una zona o localidad. En el caso del Ecuador el aprovechamiento de los recursos hídricos y de las cuencas hidrográficas puede caracterizarse por su espontaneidad de necesidad de uso; más no por una planificación ordenada en el uso y aprovechamiento. El estilo de desarrollo del país inspirado básicamente en el crecimiento económico ha estado orientado al mejoramiento de la calidad de vida de una parte de la población, en la mayoría de los casos ha permitido el uso irracional de los recursos, lo que ha

causado un rápido agotamiento y deterioro de los mismos. A razón de esto en los últimos años se han desarrollado en el país varios proyectos encaminados al manejo y conservación del recurso hídrico y cuencas hidrográficas.

2.3. Marco Legal

Constitución de la República del Ecuador

El Art. 12 menciona que el derecho del ser humano al agua es fundamental e irrenunciable; ya que el agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

El Art. 14 reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

El Art. 15 indica que el Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Los artículos 66 y 276 reconocen y garantizan a las personas y colectividades el derecho al acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo y a una vida digna que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social y otros servicios sociales necesarios.

El Art. 74 indica que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. Los

servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado.

El Art. 281 establece que la soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente. Para ello, dispone que sea responsabilidad estatal promover políticas redistributivas que permitan el acceso del campesinado a la tierra, al agua y a otros recursos productivos.

El Art. 282 del Régimen de Desarrollo de la Constitución menciona que: se prohíbe el acaparamiento o privatización del agua y sus fuentes. El Estado regulará el uso y manejo del agua de riego para la producción de alimentos, bajo los principios de equidad, eficiencia y sostenibilidad ambiental.

El Art. 314 de la Constitución de la República asigna al Estado la responsabilidad de la provisión de los servicios públicos de agua potable y de riego para lo cual dispondrá que sus tarifas sean equitativas y establecerá su control y regulación. La misma norma determina que el Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos mediante el incentivo de alianzas entre lo público y comunitario para la prestación de servicios.

El Art. 318 de la Constitución prohíbe toda forma de privatización del agua y determina que la gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria y que el servicio de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias; prescribe además, que el Estado a través de la Autoridad Única del Agua, será responsable directa de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano y riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas, en este orden de prelación y que se requerirá autorización estatal para el aprovechamiento del agua con fines productivos por

parte de los sectores público, privado y de la economía popular y solidaria, de acuerdo con la Ley.

El Art. 411 del Régimen del Buen Vivir, establece que; el Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Acuerdos y tratados internacionales

Tratado de Estocolmo Sobre el medio ambiente humano

Realizado el 16 de junio de 1972, se establecen 26 principios; de los cuales:

Principio. 1.- El hombre tiene derecho fundamental a la libertad, la igualdad y el disfrute de condiciones de vida adecuadas en un medio ambiente de calidad tal que le permita llevar una vida digna y gozar de bienestar, y tiene la solemne obligación de proteger y mejorar el medio ambiente para las generaciones presentes y futuras. A este respecto, las políticas que promueven o perpetúan el apartheid, la segregación racial, la discriminación, la opresión colonial y otras formas de opresión y de dominación extranjera quedan condenadas y deben eliminarse.

Principio. 2.- Los recursos naturales de la tierra incluidos el aire, el agua, la tierra, la flora y la fauna y especialmente muestras representativas de los ecosistemas naturales, deben preservarse en beneficio de las generaciones presentes y futuras, mediante una cuidadosa planificación u ordenación, según convenga.

Principio. 5.- Los recursos no renovables de la tierra deben emplearse de forma que se evite el peligro de su futuro agotamiento y se asegure que toda la humanidad comparte los beneficios de tal empleo.

Principio. 8.- El desarrollo económico y social es indispensable para asegurar al hombre un ambiente de vida y de trabajo favorable y para crear en la tierra las condiciones necesarias de mejora de la calidad de vida.

Principio. 12.- Deberían destinarse recursos a la conservación y mejoramiento del medio ambiente teniendo en cuenta las circunstancias y las necesidades especiales de los países en desarrollo y cualesquiera gastos que pudieran originar a estos países la inclusión de medidas de conservación del medio ambiente en sus planes de desarrollo, así como la necesidad de prestarles, cuando lo soliciten, más asistencia técnica y financiera internacional con ese fin.

Principio. 13.- A fin de lograr una más racional ordenación de los recursos y mejorar así las condiciones ambientales, los Estados deberían adoptar un enfoque integrado y coordinado de la planificación de su desarrollo, de modo que quede asegurada la compatibilidad del desarrollo con la necesidad de proteger y mejorar el medio ambiente humano en beneficio de su población.

Principio. 17.- Debe confiarse a las instituciones nacionales competentes la tarea de planificar, administrar o controlar la utilización de los recursos ambientales de los Estados con el fin de mejorar la calidad del medio ambiente.

Principio. 24.- Todos los países, grandes o pequeños, deben ocuparse con espíritu de cooperación y en pie de igualdad de las cuestiones internacionales relativas a la protección y mejoramiento del medio ambiente. Es indispensable cooperar, mediante acuerdos multilaterales o bilaterales o por otros medios apropiados, para controlar, evitar, reducir y eliminar eficazmente los efectos perjudiciales que las actividades que se realicen en cualquier esfera puedan tener para el medio ambiente, teniendo en cuenta debidamente la soberanía y los intereses de todos los Estados. (Organización de las Naciones Unidas, 1 972)

Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo

Realizada en Brasil en junio de 1992 estableció la Agenda 21; en la que en el capítulo 18 menciona; la protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce, enfocándose en las siguientes áreas programadas:

- Ordenación y aprovechamiento integrados de los recursos hídricos;
- Evaluación de los recursos hídricos;
- Protección de los recursos hídricos, la calidad del agua y los ecosistemas acuáticos;
- Abastecimiento de agua potable y saneamiento;
- El agua y el desarrollo urbano sostenible;
- El agua para la producción sostenible de alimentos y el desarrollo rural sostenibles;
- Repercusiones del cambio climático en los recursos hídricos.

(ONU, 1992)

Agenda 2030 y los objetivos del desarrollo sostenible

Realizada en septiembre del 2015; establece los siguientes objetivos:

Objetivo 1.- Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo

Objetivo 2.- Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible

Objetivo 3.- Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades

Objetivo 4.- Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos

Objetivo 5.- Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas

Objetivo 6.- Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos

Objetivo 7.- Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos

Objetivo 8.- Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos

Objetivo 9.- Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación

Objetivo 10.- Reducir la desigualdad en y entre los países

Objetivo 11.- Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles

Objetivo 12.- Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles

Objetivo 13.- Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos

Objetivo 14.- Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible

Objetivo 15.- Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica

Objetivo 16.- Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles

Objetivo 17.- Fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible. (FAO, 2016)

Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamientos del Agua

En el título VII, de las disposiciones preliminares, establece; garantizar el derecho humano al agua, así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación y restauración de los recursos hídricos. El uso y aprovechamiento del agua, la gestión integral y su recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos, a fin de garantizar el Sumak Kawsay o buen vivir y los derechos de la naturaleza establecidos en la Constitución.

El Art. 12 establece que el Estado, los Gobiernos Autónomos Descentralizados, sistemas comunitarios, juntas de agua potable, juntas de riego, los usuarios y propietarios de los predios donde se encuentren las fuentes abastecedoras de agua; serán responsables de: protección, conservación, manejo integrado y sustentable de las fuentes de agua, sin perjuicio de las competencias generales de la Autoridad Única del Agua actualmente conocida como

Secretaría Nacional del Agua SENAGUA. De conformidad con lo previsto en la Constitución y en la Ley Orgánica de Recursos Hídricos.

El Estado en sus diferentes niveles de gobierno destinará: fondos necesarios, asistencia técnica para garantizar la protección y conservación de las fuentes de agua y sus áreas de influencia. En caso de no existir usuarios conocidos de las fuentes de agua; su protección y conservación la asumirá la Autoridad Única del Agua en coordinación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados según su jurisdicción.

El Art.13 establece que las servidumbres de uso público, zonas de protección hídrica y las zonas de restricción; constituyen formas de conservación y protección de fuentes de agua.

Para la protección de las aguas que circulan por los cauces y la protección de los ecosistemas asociados, se establece una zona de protección hídrica. Cualquier aprovechamiento que se pretenda desarrollar a una distancia del cauce, que se definirá reglamentariamente, deberá ser objeto de autorización por la Autoridad Única del Agua, sin perjuicio de otras autorizaciones que procedan.

En los acuíferos se delimitarán zonas de restricción en las que se condicionarán las actividades que puedan realizarse en ellas en la forma y con los efectos establecidos en el Reglamento y la Ley.

En Art. 14.- Cambio de uso del suelo. El Estado regulará las actividades que puedan afectar la cantidad y calidad del agua, el equilibrio de los ecosistemas en las áreas de protección hídrica que abastecen los sistemas de agua para consumo humano y riego; con base en estudios de impacto ambiental que aseguren la mínima afectación y la restauración de los mencionados ecosistemas.

En el Art. 17.- La Autoridad Única del Agua. Es la entidad que dirige el sistema nacional estratégico del agua, es persona jurídica de derecho público. Su titular será designado por la Presidenta o el Presidente de la República y tendrá rango de ministra o ministro de Estado. Es responsable de la rectoría, planificación y gestión de los recursos hídricos. Su gestión será desconcentrada en el territorio.

En el Art. 18.- Competencias y atribuciones de la Autoridad Única del Agua. Las competencias son: emitir informes técnicos de viabilidad para la ejecución de los proyectos de agua potable, saneamiento, riego y drenaje; conocer y resolver sobre las apelaciones y otros recursos que se interpongan respecto de las resoluciones emitidas por la Agencia de Regulación y Control; asegurar la protección, conservación, manejo integrado y aprovechamiento sustentable de las reservas de aguas superficiales y subterráneas.

El Art 33.- Ámbito y modalidades de la gestión de los recursos hídricos. La gestión pública de los recursos hídricos comprenderá la planificación, formulación de políticas nacionales, gestión integrada en cuencas hidrográficas, el otorgamiento, seguimiento y control de autorizaciones de uso y de autorizaciones de aprovechamiento productivo del agua, la determinación de los caudales ecológicos, la preservación y conservación de las fuentes y zonas de recarga hídrica, la regulación y control técnico de la gestión, la cooperación con las autoridades ambientales en la prevención y control de la contaminación del agua y en la disposición de vertidos, la observancia de los derechos de los usuarios, la organización, rectoría y regulación del régimen institucional del agua y el control, conocimiento y sanción de las infracciones.

El Art. 64.- Conservación del agua. La naturaleza o Pacha Mama tiene derecho a la conservación de las aguas con sus propiedades como soporte esencial para todas las formas de vida. En la conservación del agua, la naturaleza tiene derecho a:

- La protección de sus fuentes, zonas de captación, regulación, recarga, afloramiento y cauces naturales de agua, en particular, nevados, glaciares, páramos, humedales y manglares.
- El mantenimiento del caudal ecológico como garantía de preservación de los ecosistemas y la biodiversidad.
- La preservación de la dinámica natural del ciclo integral del agua o ciclo hidrológico.
- La protección de las cuencas hidrográficas y los ecosistemas de toda contaminación.
- La restauración y recuperación de los ecosistemas por efecto de los desequilibrios producidos por la contaminación de las aguas y la erosión de los suelos.

El Art. 65.- Gestión integrada del agua. Los recursos hídricos serán gestionados de forma integrada e integral, con enfoque ecosistémico que garantice la biodiversidad, la sustentabilidad y su preservación conforme con lo que establezca el Reglamento de esta Ley.

El Art. 66.- Restauración y recuperación del agua. La restauración del agua será independiente de la obligación del Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos afectados por la contaminación de las aguas o que dependan de los ecosistemas alterados. La indemnización económica deberá ser invertida en la recuperación de la naturaleza y del daño ecológico causado; sin perjuicio de la sanción y la acción de repetición que corresponde. Si el daño es causado por alguna institución del Estado, la indemnización se concretará en obras.

Derechos de los usuarios, consumidores y de participación ciudadana

El Art 67.- Derecho de los usuarios y consumidores. Los usuarios del agua son personas naturales, jurídicas, Gobiernos Autónomos Descentralizados, entidades públicas o comunitarias que cuenten con una autorización para el uso y aprovechamiento del agua. Los consumidores son personas naturales, jurídicas, organizaciones comunitarias que demandan bienes o servicios relacionados con el agua proporcionados por los usuarios. Los usuarios y los consumidores tienen derecho a acceder de forma equitativa a la distribución y redistribución del agua y a ejercer los derechos de participación ciudadana previstos en la ley. Los derechos de los usuarios se ejercerán sin perjuicio de los derechos de los consumidores de servicios públicos relacionados con el agua. Los derechos de los consumidores de servicios públicos relacionados con el agua se ejercerán sin perjuicio de los derechos de los usuarios.

El Art. 68.- Consulta y obligaciones de los usuarios. La Autoridad Única del Agua, a través de los consejos de cuenca hidrográfica, consultará de manera previa, libre, informada, obligatoria y en un plazo razonable a las organizaciones de los usuarios, en todos los asuntos relevantes relacionados con la gestión integrada de los recursos hídricos que les puedan afectar de conformidad con esta Ley y su Reglamento. Sin perjuicio de las obligaciones del Estado, los usuarios del agua contribuirán económicamente, en forma proporcional a la cantidad de agua

que utilizan para la preservación, conservación y manejo sustentable de los recursos hídricos en la cuenca hidrográfica y serán parte en el manejo de la misma. En el caso de usuarios comunitarios, que a la vez sean consumidores de agua, contribuirán económicamente o mediante trabajos comunitarios.

El Art 69.- Promoción de la organización y capacitación. La Autoridad Única del Agua y los Gobiernos Autónomos Descentralizados fortalecerán la organización de los consumidores y usuarios del agua, promoverán su conformación en los lugares en donde no exista. Para tal efecto establecerán políticas de información, difusión, capacitación, educación y formación social a los usuarios, consumidores y a la población en general.

El Art. 70.- Veeduría ciudadana. La veeduría ciudadana como forma de participación social se sujetará a lo que dispone la Ley Orgánica de Participación Ciudadana y Control Social. Las autorizaciones de uso o aprovechamiento del agua podrán ser objeto de veeduría ciudadana.

El Art. 82.- Participación y veeduría ciudadana. Las personas, pueblos y nacionalidades y colectivos sociales, podrán realizar procesos de veedurías, observatorios y otros mecanismos de control social sobre la calidad del agua y de los planes y programas de prevención y control de la contaminación, de conformidad con la Ley.

Derechos de las comunas, comunidades pueblos y nacionalidades

Art. 71.- Derechos colectivos sobre el agua. Las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas, pueblo afro ecuatoriano y montubio desde su propia cosmovisión, gozan de los siguientes derechos colectivos sobre el agua:

- Conservar y proteger el agua que fluye por sus tierras y territorios en los que habitan y desarrollan su vida colectiva.
- Participar en el uso, usufructo y gestión comunitaria del agua que fluye por sus tierras y territorios y sea necesaria para el desarrollo de su vida colectiva.

- Conservar y proteger sus prácticas de manejo y gestión del agua en relación directa con el derecho a la salud y a la alimentación.
- Mantener y fortalecer su relación espiritual con el agua.
- Salvaguardar y difundir sus conocimientos colectivos, ciencias, tecnologías y saberes ancestrales sobre el agua.
- Ser consultados de forma obligatoria previa, libre, informada y en el plazo razonable, acerca de toda decisión normativa o autorización estatal relevante que pueda afectar a la gestión del agua que discurre por sus tierras y territorios.
- Participar en la formulación de los estudios de impacto ambiental sobre actividades que afecten los usos y formas ancestrales de manejo del agua en sus tierras y territorios.
- Tener acceso a información hídrica veraz, completa y en un plazo razonable.
- Participación en el control social de toda actividad pública o privada susceptible de generar impacto o afecciones sobre los usos y formas ancestrales de gestión del agua en sus propiedades y territorios.

Sobre la participación en la conservación del agua

El Art. 72.- Participación en la conservación del agua. Las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades tienen el derecho a que el Estado, a través de sus instituciones, articule políticas y programas para la conservación, protección y preservación del agua que fluye por sus tierras y territorios. El ejercicio de este derecho, no prevalecerá ni supondrá menoscabo alguno de las atribuciones que sobre el agua le corresponde al Estado.

El Art. 73.- Uso, usufructo y gestión comunitaria del agua. Las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades tienen derecho a participar en el uso, usufructo y gestión comunitaria del agua que fluya por sus tierras y territorios como medio para fortalecer su identidad, cultura, tradiciones y derechos, de conformidad con el ordenamiento jurídico. Para el efecto, a través de los representantes de sus organizaciones y de conformidad con esta Ley, participarán en la planificación integral y en la gestión comunitaria del agua que fluya en sus tierras y territorios así como también formarán parte de las organizaciones que se constituyan en las cuencas en las que sus tierras y territorios se encuentran.

El Art. 74.- Conservación de las prácticas de manejo del agua. Se garantiza la aplicación de las formas tradicionales de gestión y manejo del ciclo hidrológico, practicadas por comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas, afroecuatorianas y montubias y se respetan sus propias formas, usos y costumbres para el reparto interno y distribución de caudales autorizados sobre el agua.

Resolución de conflictos sobre el uso del agua

El Art. 75.- Resolución de diferencias. Los órdenes consuetudinarios de comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades con relación al acceso, uso, usufructo y distribución del agua que fluye por sus tierras, constituyen prácticas de administración interna para el ejercicio de los derechos colectivos en relación con el ciclo hidrológico. Las diferencias que puedan suscitarse entre comunas, comunidades, pueblos o nacionalidades y personas no pertenecientes a aquellas, dentro de su ámbito territorial, respecto a las formas de acceder, usar, usufructuar, distribuir, gestionar o manejar el agua dentro de una misma cuenca y que no puedan resolverse mediante acuerdo entre los involucrados serán conocidas y resueltas a petición de parte, por la Autoridad Única del Agua.

Intangibilidad del caudal ecológico

El Art. 77.- Limitaciones y responsabilidades. El caudal ecológico de los cursos permanentes de agua en toda cuenca hidrográfica es intangible. Es responsabilidad de la Autoridad Única del Agua, de las instituciones y de todas las personas, sean usuarios o no del agua, el respetar la cantidad y calidad requerida que proteja la biodiversidad acuática y los ecosistemas aledaños. Todas las actividades productivas respetarán el caudal ecológico. El caudal ecológico definido no es susceptible de autorización para su uso o aprovechamiento productivo, a excepción de aquellos usos que no tenga como consecuencia la afectación en la calidad ni en cantidad del caudal ecológico. La autoridad administrativa que contravenga esta disposición, será responsable por los daños ambientales que genere y por el pago de la indemnización por daños y perjuicios ocasionados a terceros afectados o al patrimonio natural

del Estado; además será sancionado de conformidad con la Ley, sin perjuicio de la nulidad de la autorización concedida. Únicamente en el caso de declaración de estado de excepción, podrá autorizarse el uso del caudal ecológico para consumo humano, hasta tanto se adopten las medidas emergentes para garantizar nuevamente el abastecimiento.

Objetivos de prevención y conservación

El Art. 79. Objetivos de prevención y conservación del agua. La Autoridad Única del Agua, la Autoridad Ambiental Nacional y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, trabajarán en coordinación para cumplir los siguientes objetivos:

- Garantizar el derecho humano al agua para el buen vivir o sumak kawsay, los derechos reconocidos a la naturaleza y la preservación de todas las formas de vida, en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación.
- Preservar la cantidad del agua y mejorar su calidad.
- Controlar y prevenir la acumulación en suelo y subsuelo de sustancias tóxicas, desechos, vertidos y otros elementos capaces de contaminar las aguas superficiales o subterráneas.
- Controlar las actividades que puedan causar la degradación del agua y de los ecosistemas acuáticos y terrestres con ella relacionados y cuando estén degradados disponer su restauración.
- Prohibir, prevenir, controlar y sancionar la contaminación de las aguas mediante vertidos o depósito de desechos sólidos, líquidos y gaseosos; compuestos orgánicos, inorgánicos o cualquier otra sustancia tóxica que alteren la calidad del agua o afecten la salud humana, la fauna, flora y el equilibrio de la vida.
- Garantizar la conservación integral y cuidado de las fuentes de agua delimitadas y el equilibrio del ciclo hidrológico.
- Evitar la degradación de los ecosistemas relacionados al ciclo hidrológico.

Obligaciones del estado y corresponsabilidad

El Art. 83.- Políticas en relación con el agua. Es obligación del Estado formular y generar políticas públicas orientadas a:

- Establecer políticas y medidas que limiten el avance de la frontera agrícola en áreas de protección hídrica.
- Fortalecer la participación de las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades en torno a la gestión del agua.
- Promover alianzas público-comunitarias para el mejoramiento de los servicios y la optimización de los sistemas de agua.

El Art. 84.- Obligaciones de corresponsabilidad. El Estado en sus diferentes niveles de gobierno es corresponsable con usuarios, consumidores, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades del cumplimiento de las siguientes obligaciones:

- Adoptar medidas para la restauración de ecosistemas degradados.
- Apoyar los proyectos de captación, almacenamiento, manejo y utilización racional, eficiente y sostenible de los recursos hídricos;

Agua y prelación

El Art. 86.- Agua y su prelación. De conformidad con la disposición constitucional, el orden de prelación entre los diferentes destinos o funciones del agua es:

- Consumo humano
- Riego que garantice la soberanía alimentaria
- Caudal ecológico
- Actividades productivas

Tarifas para la conservación

El Art. 137.- Componente tarifario para conservación del agua. La Autoridad Única del Agua, como parte de las tarifas de autorización de uso y aprovechamiento y de servicio del agua contemplará un componente para conservación del dominio hídrico público con prioridad en fuentes y zonas de recarga hídrica. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados en el ámbito de sus competencias, establecerán componentes en las tarifas de los servicios públicos domiciliarios vinculados con el agua para financiar la conservación del dominio hídrico público con prioridad en fuentes y zonas de recarga hídrica.

El Art. 141.- Tarifa por autorización de uso de agua para riego que garantice la soberanía alimentaria. Los criterios para fijación de la tarifa hídrica volumétrica del agua para riego que garantice la soberanía alimentaria, son los siguientes:

- Volumen utilizado
- Cantidad de tierra cultivada y tipo de suelo
- Contribución a la conservación del recurso hídrico. Se exceptúan del pago de esta tarifa los sistemas comunitarios portadores de derechos colectivos y los prestadores comunitarios de servicios que reciben caudales inferiores a cinco litros por segundo y que están vinculados a la producción para la soberanía alimentaria.

Sobre recursos económicos para recuperación y restauración

Disposición general tercera.- El Estado, en todos sus niveles de gobierno, asignará en su presupuesto anual los recursos financieros necesarios para la recuperación y restauración de las cuencas hidrográficas e infraestructura que garanticen la preservación y conservación de la calidad y oferta hídrica, especialmente para los sistemas comunitarios y juntas de riego, dentro de la alianza público-comunitaria establecida en la Constitución. (Ley Orgánica de Recursos Hídricos, 2014)

Ley Forestal de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre

Los suelos y bosques son componentes importantes de la ecología del agua y, por tanto, aspectos de interés en la gestión de los recursos hídricos. Las características y el uso de los suelos, así como la presencia de bosques, tiene un efecto importante y directo tanto en los volúmenes y calidad de las aguas, como en la conservación de las cuencas hidrográficas (Liniger y Weingartner 1998). Esta relación de los recursos hídricos con el suelo y los bosques solamente es recogida por la legislación forestal. En la ley de aguas, aunque se declara al riego de las tierras secas y el saneamiento del suelo de las zonas inundadas como obras de carácter nacional, no se vinculan las actividades de prevención de los fenómenos de sequía e inundaciones al manejo de los recursos hídricos en el contexto de las cuencas hidrográficas. (Ley Forestal de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, 2004)

Forestación en terrenos privados colindantes con cursos naturales de agua

El Art. 105.- Los propietarios de predios rurales colindantes, con carreteras, caminos vecinales, o cursos naturales de agua o que se hallen cruzados por éstos, están obligados a plantar árboles en los costados de estas vías y de tales cursos, según las normas legales y las que establezca el Ministerio del Ambiente, en coordinación con el de Obras Públicas. (Ley Forestal de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, 2004)

Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente

En este documento se puede encontrar en detalle la legislación que rige a las instituciones responsables de la aplicación de las políticas nacionales de la gestión ambiental, indica los objetivos, funciones, limitaciones y alcances; que debe cumplir cada una. Así como entidad principal se encuentra el Ministerio del Ambiente quien presenta objetivos relacionados a la conservación del agua y biodiversidad como se indica a continuación el texto del referido al cuerpo legal:

El Art. 3.- Objetivos del ministerio del ambiente: Entre os objetivos estratégicos institucionales está: Mantener y mejorar la cantidad y calidad del agua, manejando sustentablemente las cuencas hidrográficas.

En el Libro VI Anexo 1 del TULSMA, se establecen los lineamientos y parámetros que debe poseer el agua para uso doméstico y uso agrícola. (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, 2015)

Código orgánico de organización territorial autonomía y descentralización

Según el título III de los gobiernos autónomos descentralizados, establece que; El Gobierno Autónomo descentralizado Parroquial Rural ejercerá las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de otras que se determinen:

- Planificar el Ordenamiento Territorial, junto con otras instituciones del sector público y actores del desarrollo parroquial.
- Planificar, construir y mantener la infraestructura física, los equipamientos y los espacios públicos de la parroquia, contenidos en los planes de desarrollo e incluidos en los presupuestos participativos anuales.
- Planificar y mantener, en coordinación con los gobiernos provinciales, la vialidad parroquial rural.
- El desarrollo de actividades productivas comunitarias, la preservación de la biodiversidad y la protección del ambiente.
- Gestionar, coordinar y administrar los servicios públicos que le sean delegados o descentralizados por otros niveles de gobierno.
- Promover la organización de los ciudadanos de las comunas, recintos y demás asentamientos rurales, con el carácter de organizaciones territoriales de base.
- Gestionar la cooperación internacional para el cumplimiento de sus competencias; y,
- Vigilar la ejecución de obras y la calidad de los servicios públicos.

El Art. 132.- Ejercicio de la competencia de gestión de cuencas hidrográficas.- La gestión del ordenamiento de cuencas hidrográficas que de acuerdo a la Constitución corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados regionales, comprende la ejecución de políticas, normativa regional, la planificación hídrica con participación de la ciudadanía, especialmente de las juntas de agua potable y de regantes, así como la ejecución subsidiaria y recurrente con los otros gobiernos autónomos descentralizados, de programas y proyectos, en coordinación con la autoridad única del agua en su circunscripción territorial, de conformidad con la planificación, regulaciones técnicas y control que esta autoridad establezca.

Los gobiernos autónomos descentralizados regionales, en coordinación con todos los niveles de gobierno, implementarán el plan de manejo de cuencas, subcuencas y microcuencas, en sus respectivas circunscripciones territoriales.

El Art. 133.- Ejercicio de la competencia de riego.- La competencia constitucional de planificar, construir, operar y mantener sistemas de riego, está asignada constitucionalmente a los gobiernos autónomos descentralizados provinciales. Al efecto, éstos deberán elaborar y ejecutar el plan de riego de su circunscripción territorial de conformidad con las políticas de desarrollo rural territorial y fomento productivo, agropecuario y acuícola que establezca la entidad rectora de esta materia y los lineamientos del plan nacional de riego y del plan de desarrollo del gobierno autónomo descentralizado respectivo, en coordinación con la autoridad única del agua, las organizaciones comunitarias involucradas en la gestión y uso de los recursos hídricos y los gobiernos parroquiales rurales.

El Art. 135.- Ejercicio de la competencia de fomento de las actividades productivas y agropecuarias.- Para el ejercicio de la competencia de fomento de las actividades productivas y agropecuarias que la Constitución asigna a los gobiernos autónomos descentralizados regionales, provinciales y parroquiales rurales, se ejecutarán de manera coordinada y compartida, observando las políticas emanadas de las entidades rectoras en materia productiva y agropecuaria, y se ajustarán a las características y vocaciones productivas territoriales, sin perjuicio de las competencias del gobierno central para incentivar estas actividades.

Además entre su contenido menciona:

Los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales promoverán actividades de preservación de la biodiversidad y protección del ambiente para lo cual impulsarán en su circunscripción territorial programas y/o proyectos de manejo sustentable de los recursos naturales y recuperación de ecosistemas frágiles; protección de las fuentes y cursos de agua; prevención y recuperación de suelos degradados por contaminación, desertificación y erosión; forestación y reforestación con la utilización preferente de especies nativas y adaptadas a la zona; y, educación ambiental, organización y vigilancia ciudadana de los derechos ambientales y de la naturaleza.

Estas actividades serán coordinadas con las políticas, programas y proyectos ambientales de todos los demás niveles de gobierno, sobre conservación y uso sustentable de los recursos naturales.

Los gobiernos autónomos descentralizados regionales y provinciales, en coordinación con los consejos de cuencas hidrográficas podrán establecer tasas vinculadas a la obtención de recursos destinados a la conservación de las cuencas hidrográficas y la gestión ambiental; cuyos recursos se utilizarán, con la participación de los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales y las comunidades rurales, para la conservación y recuperación de los ecosistemas donde se encuentran las fuentes y cursos de agua.

El Art. 137.- Ejercicio de las competencias de prestación de servicios públicos. Las competencias de prestación de servicios públicos de agua potable, en todas sus fases, las ejecutarán los gobiernos autónomos descentralizados municipales con sus respectivas normativas y dando cumplimiento a las regulaciones y políticas nacionales establecidas por las autoridades correspondientes.

El Art. 430.- Usos de ríos, playas y quebradas.- Los gobiernos autónomos descentralizados metropolitanos y municipales, formularán ordenanzas para delimitar, regular, autorizar y controlar el uso de las playas de mar, riberas y lechos de ríos, lagos y lagunas, de acuerdo a lo dispuesto en la Constitución y la ley (Código orgánico de organización territorial autonomía y descentralización, 2010).

Norma INEN 1108. Requisitos para agua potable

Esta norma establece las características que debe tener el agua natural, la cual está sometida a procesos y tratamientos para cumplir con parámetros físicos, químicos y biológicos que permitan cumplir con las especificaciones para ser considerada agua apta para el consumo humano (Norma INEN 1108, 2014).

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Caracterización del área de estudio

3.1.1. Ubicación geográfica

El presente trabajo se desarrolló en la Microcuenca Ambuquí; ubicada en la parroquia Ambuquí, perteneciente al cantón Ibarra de la provincia de Imbabura. Anexo 1. Mapa 1. Ubicación de la microcuenca Ambuquí.

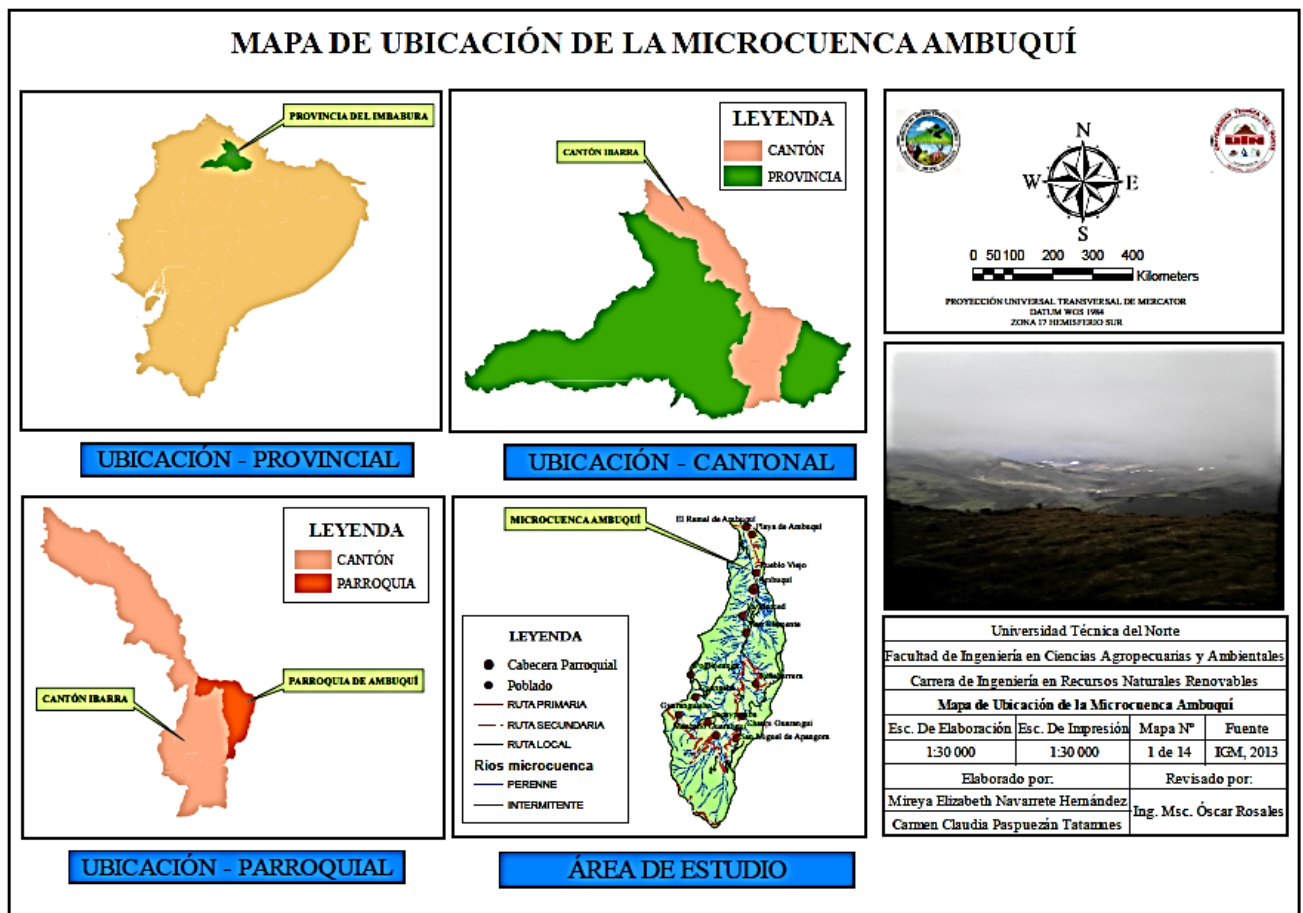


Figura 2. Ubicación del área de estudio

3.1.2. Conformación territorial de la microcuenca Ambuquí

El área de estudio presenta una extensión de 8142.87 hectáreas; divididas geográficamente en tres áreas: la parte alta que corresponde al páramo; la parte media conformada por las comunidades de Rancho Chico, Peñaherrera, Chaupi Guarangui, San Francisco de Apangora y Rumipamba y la parte baja de la microcuenca conformada por las comunidades de: El Lavandero, San Clemente, Las Mercedes, Ambuquí, La Playa y el Ramal de Ambuquí. Cabe mencionar que las comunidades de La Playa y El Ramal de Ambuquí no se consideraron en el estudio, ya que los habitantes de las comunidades mencionadas se benefician del servicio de agua de consumo humano y de riego de una fuente externa a la microcuenca; proveniente del cantón Pimampiro y no de la microcuenca Ambuquí.

En el territorio habitan 3050 habitantes, quienes se dedican principalmente a actividades agrícolas, pecuarias y al comercio. Todas las comunidades de la microcuenca tienen acceso a la educación primaria y secundaria, energía eléctrica y agua de consumo humano; pero el acceso al agua de riego es deficiente ya que solo dos de las comunidades en estudio poseen este servicio; lo cual ha ocasionado un bajo nivel de productividad y conflictos sociales entre los habitantes de las comunidades principalmente de la zona media y baja.

3.1.3. Caracterización biofísica de la microcuenca

Para la caracterización de la Microcuenca Ambuquí se utilizó como herramienta el software ArcGis 10.2, información del Sistema Nacional de Información (SNI, 2013) e información del Instituto Geográfico Militar (IGM, 2012). Los mapas temáticos permitieron representar la conformación territorial, aspectos morfométricos y biofísicos de la microcuenca.

Parámetros morfométricos de la microcuenca

Las características morfométricas de la microcuenca son elementos que tienen una gran importancia en su comportamiento hidrológico; para la microcuenca Ambuquí se describen los siguientes parámetros (tabla 2). Anexo 1. Mapa 2

Tabla 2. Parámetros morfométricos de la microcuenca Ambuquí

Parámetro	Método	Resultado	Interpretación
1. Área(A)	Cálculo de geometría en ArcGis 10.2	A=81,43 Km ²	De acuerdo al área calculada pertenece a una Microcuenca Mediana
2. Perímetro (P)	Cálculo de geometría en ArcGis 10.2	P= 49,95 Km ²	Perímetro de longitud mediana
3. Longitud Axial (La)	Medición del eje principal de la cuenca en ArcGis 10.2	La=20,35Km	La longitud pertenece al cauce principal
4. Ancho Promedio(Ap)	$Ap=A/La$	Ap= 4,00 Km	
5. Factor de Forma (Ff)	$Ff=Ap/La$	Ff= 0,19	El factor de forma muestra que la susceptibilidad a crecidas es de baja a nula.
6. Coeficiente de Compacidad(Kc)	$Kc=P/2\sqrt{A}$	Kc= 1,56	La forma de la cuenca es de oval oblonga a rectangular
7. Altitud Mínima (Hmin)	DEM	Hmin=1.580 m	Piso altitudinal Pre Montano
8. Altitud Máxima(Hmax)	DEM	Hmax=3.800 m	Piso altitudinal Sub Alpino
9. Desnivel Altitudinal	$Dh=Hmax-Hmin$	Dh=2.200 m	Desnivel altitudinal alto
10. Altitud Media (H)	DEM	Hm= 2.755 m	Piso altitudinal Montano Bajo
11. Coeficiente de Masividad (m/km ²)	$Km=Hm/A$	Km= 33,83 m/km	
12. Densidad de Drenaje	$Dd= La/ A$	Dd= 0,25	Drenaje mínimo a nulo
13. Órdenes de Drenajes	Od= Orden numérico de los drenajes por categorías	Od= 3	

Fuente: Las autoras

Elaboración: Propia

División de la microcuenca

La Microcuenca Ambuquí se ha dividido para el estudio en tres partes: alta, media y baja. La parte alta corresponde al páramo y a bosques protectores y representa un total de 1.461,62 hectáreas, la parte media cuenta con 2.474,87 hectáreas y la parte baja con 4.206,38 hectáreas con referencia el área total de estudio. Tabla 3. Anexo 1. Mapa 3.División de la Microcuenca Ambuquí. Anexo 3. Fotografía 1y Fotografía 2.

Tabla 3. División de la microcuenca Ambuquí

Partes de la Microcuenca	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Alta	1.461,62	18
Media	2.474,87	30
Baja	4.206,38	60
Total	8.142,87	100

Fuente: Las autoras

Elaboración: Propia

Clima

La microcuenca presenta tres tipos de clima clasificados de acuerdo a la clasificación climática de (Pourrut, 1995); que relaciona los rangos de precipitación y temperatura presentes en la zona de estudio. Los tipos de clima obtenidos son: frío-húmedo a muy húmedo, que se encuentra en el rango de temperatura de 8-12 °C y precipitaciones de 1.000-3.000 mm. El clima mesotérmico-húmedo se encuentra en el rango de 12-22°C y una precipitación de 1000-2000 mm, por último, se encuentra el mesotérmico-seco a semi-húmedo, en el rango de 12 a 22°C y una precipitación de 250 a 1.000 mm al año. Tabla 4. Anexo 1. Mapa 4. Mapa Climático de la microcuenca Ambuquí.

Tabla 4. Clasificación climatológica de la microcuenca Ambuquí

Clima	Área (Km)	Porcentaje (%)
Frío-húmedo a Muy húmedo	18,39	22,59
Mesotérmico-húmedo	51,08	62,73
Mesotérmico-seco a Semi-húmedo	11,95	14,67
Total	81,42	100

Fuente: Las Autoras

Elaboración: Propia

De acuerdo a la clasificación climatológica de la tabla 4, cabe mencionar que: el tipo de clima frío-húmedo a muy húmedo, pertenece netamente al páramo y representa el 22,59%, el mesotérmico-húmedo, representando un 62,73%, está presente en la mayor parte del territorio de la microcuenca y en este se encuentran las comunidades de Peñaherrera, Apangora, Rancho Chico, Rumipamba y Chaupi; representando un 62,73%, y el mesotérmico-seco a semi-húmedo, se presenta en lo que corresponde a la zona baja de la microcuenca conformada por las comunidades de Ambuquí, Las Mercedes, San Clemente y el Lavandero y representa el 14,67% del total del área.

Relieve

Se clasificó a las pendientes de acuerdo al (Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial, 2013); estableciéndose que en el área de estudio; el relieve muy montañoso es el más predominante. Posteriormente se encuentran: el relieve escarpado, montañoso, ligeramente ondulado, plano y en menor proporción está el relieve ondulado; tal como se muestra en la Tabla 5. Anexo 1. Mapa 5. Pendientes en la microcuenca Ambuquí

Tabla 5. Tipos de pendientes de la microcuenca Ambuquí

Relieve	Pendiente (%)	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Plano	0-5	445,66	5,47
Ligeramente ondulado	5-12	473,86	5,82
Ondulado	12-25	357,71	4,39
Montañoso	25-50	1.104,50	13,56

Muy Montañoso	50-70	3.604,65	44,27
Escarpado	>70	2.156,49	26,48
Total		8.142,87	100

Fuente: Las autoras

Elaboración: Propia

➤ **Relieve plano**

El relieve plano tiene pendientes que van de 0-5 %, con un área de 445,66 has, representado en el 5,47%; se encuentra rodeando la quebrada Ambuquí en la parte baja de la microcuenca y contempla las comunidades de: Lavandero, San Clemente, Las Mercedes, Ambuquí, La Playa y El Ramal de Ambuquí.

➤ **Relieve ligeramente ondulado**

Este tipo de relieve presenta pendientes entre 5-12 %, se encuentra distribuido en pequeñas zonas en toda el área de estudio, siendo más predominante en la parte media y baja, con un porcentaje de 5,82 % y un área de 473,86 has.

➤ **Relieve ondulado**

Este relieve es el menos representativo, ocupando un área de 357,71 has. Esto representa el 4,39% respecto al área total y presenta pendientes de 12-25 %; se encuentra distribuido en la parte media y baja de la microcuenca.

➤ **Relieve montañoso**

Este tipo de relieve se encuentra distribuido en toda el área de estudio, ya que se encuentra rodeado por una cadena montañosa, con pendientes de 25-50%, con un área de 1.105,50 has, con un porcentaje de 13,56 %.

➤ **Relieve muy montañoso**

El relieve montañoso tiene una pendiente fuerte en un rango de 50-70 %, se encuentra distribuido en toda la microcuenca con un área de 3.604,65 has y un porcentaje de 44,27 %, siendo el relieve más predominante.

➤ **Relieve escarpado**

Este tipo de relieve es de pendiente muy pronunciada con un porcentaje mayor a 70 %, con un porcentaje de 26,48 has, y un área de 2.146,59 has; se encuentra en la parte alta correspondiente al páramo y a la parte media de la microcuenca, en donde se encuentran las comunidades de: San Miguel de Apangora, Chaupi Guarangui, Peñaherrera, Rancho Chico y Rumipamba.

Zonas de vida

Las zonas de vida de la microcuenca se determinaron considerando el piso altitudinal (bioclimas), según la clasificación de (Holdridge, 1967). Por lo que se establecieron tres zonas de vida con sus interacciones (tabla 6). Anexo 1. Mapa 6. Zonas de vida en la microcuenca Ambuquí.

Tabla 6. Zonas de vida de la microcuenca Ambuquí

Zona de vida	Símbolo	Área (has)	Porcentaje (%)	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
Bosque húmedo Montano Bajo	bhMB	2.773,70	34,07	> 12	1.100 – 1.200
Bosque muy Húmedo Montano	bmhM	639,36	7,84	6 --12	1.000 – 2.000
Interacción Bosque muy húmedo Montano - Bosque húmedo Montano Bajo	bmhM-bhMB	2.350,78	28,88	6->12	1.000 – 2.000
Bosque seco Montano Bajo	bsMB	399,66	4,91	>18	500 - 1000
Interacción Bosque seco Montano Bajo - Bosque húmedo Montano Bajo	bsMB-bhMB	1.979,39	24,31	> 16	1.000 – 2.000
Total		8.142,89	100,00		

Fuente: Las autoras

Elaboración: Propia

➤ **Bosque húmedo montano bajo**

Se encuentra en la parte media de la microcuenca con una extensión de 2.773,70 has, una temperatura mayor a 12 °C y precipitaciones que están entre 1.100 a 1.200 mm/año. En esta zona se encuentra asentada la comunidad de Peñaherrera.

➤ **Bosque muy húmedo montano**

Esta zona de vida se encuentra en la parte alta de la microcuenca, con un área de 639,36 has, corresponde al páramo, la zona cuenta con una temperatura de 6 a 12 °C y una precipitación de 1.000-2.000 mm/año. Anexo 3. Fotografía 3

➤ **Bosque muy húmedo montano - bosque húmedo montano bajo**

En esta zona de interacción entre bosque muy húmedo montano y bosque húmedo montano bajo, se encuentra la parte alta y media de la microcuenca; cuenta con un área de 2.350,78 has, en las cuales se encuentran asentadas las comunidades de Apangora y Chaupi Guarangui. Las cuales de acuerdo a la zona presentan temperaturas desde los 6°C hasta mayores a 12°C, y una precipitación de 1.000 a 2.000 mm/año.

➤ **Bosque seco montano bajo**

Esta zona se encuentra en la parte baja de la microcuenca, con una extensión de 3.99,66 has, con temperaturas mayores a 18 °C y una precipitación entre 500 a 1.000 mm/año. Aquí se encuentran las comunidades de Ambuquí, La Playa y El Ramal de Ambuquí. Anexo 3. Fotografía 4.

➤ **Bosque seco montano bajo - bosque húmedo montano bajo**

Esta zona de interacción cuenta con un área de 1.979,39 has, presenta temperaturas mayores a 16°C y precipitaciones que oscilan entre 1.000 – 2.000 mm/año, en esta zona se encuentran las comunidades de Lavandero, San Clemente y Las Mercedes.

Clases Agroecológicas

Según la Clasificación del departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), para el área de estudio se establecieron cinco clases agroecológicas, de acuerdo a las características del suelo como: profundidad, pedregosidad, pH, salinidad, permeabilidad, temperatura, textura. Tal como se muestra en la Tabla 6. Anexo 1. Mapa 7. Clases agroecológicas de la microcuenca Ambuquí.

Tabla 7. Clases agroecológicas de la microcuenca Ambuquí

Clase	Uso Potencial	Símbolo	Área (Ha)	Porcentaje (%)
II	Cultivos de Ciclo Corto, Pastizales	CC-P	13,66	0,17
IV	Pastizales	P	213,36	2,62
VI	Bosques, Producción de Agua	B-PA	1.408,35	17,30
VII	Bosques Protectores, Producción de Agua	BP-PA	2.288,72	28,11
VIII	Protección de Recursos	PR	4.218,80	51,81
Total			8.142,89	100

Fuente: Las autoras

Elaboración: Propia

➤ **Clase II**

A esta clase corresponden los suelos con pendientes de 5 a 12 %, presentan algunas limitaciones; por lo que el suelo tiene una potencialidad para cultivos de ciclo corto y pastizales, posee una extensión de 13,66 has, y corresponde a la parte media y baja de la microcuenca.

➤ **Clase IV**

Esta clase se encuentra presente en toda el área de estudio; con pendientes de 12 a 25 %, y una extensión de 213,36 has. Tiene severas limitaciones por lo que el suelo es potencial para pastos.

➤ **Clase VI**

La clase VI, se encuentra principalmente en la parte media y baja de la microcuenca con un área de 1.408,35 Has, distribuida en toda la extensión de la microcuenca, presenta pendientes que van desde 25 a 50%, por lo que posee limitaciones ligera y por tanto los suelos son aptos para el cultivo además de tener potencialidades para protección de agua.

➤ **Clase VII**

La clase VII, cuenta con pendientes de 50 a 70 %, una extensión de 2.288,72 Has, y suelos que presentan severas limitaciones por lo que poseen potencialidad para bosques protectores.

➤ **Clase VIII**

A esta clase corresponden suelos con pendientes mayores a 70%, representan un área de 4 218,80 has. El suelo posee limitaciones muy severas por lo que sus suelos son potenciales para protección de recursos naturales.

Uso actual del suelo - cobertura vegetal

Mediante la capa de uso y cobertura del suelo, obtenida por del Sistema Nacional de Información, (2013); el uso actual del suelo en la mayor parte se encuentra cubierto por vegetación arbustiva con un 49,53% y un área de 4.018,74 ha, el 0,02% del territorio está representado por los cuerpos de agua con un total de 2,02 ha, y los cultivos tanto de ciclo corto (cereales, maíz), como perennes (frutales), representan un área de 3.028,93 ha, y un

porcentaje del 37,20 % del total del territorio. Tal como se muestra en la Tabla 7. Anexo 1. Mapa 8. Uso actual del suelo en la microcuenca Ambuquí.

Tabla 8. Uso actual del suelo de la microcuenca Ambuquí

Cobertura	Simbología	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Bosque	B	544,16	6,68
Cuerpos de agua	Ca	2,02	0,02
Cultivos	C	3.028,93	37,20
Páramo	Pr	379,02	4,65
Pastizales	Pa	117,53	1,44
Tierras en transición	Tt	52,48	0,64
Vegetación arbustiva	Va	4.018,74	49,35
Total		8.142,87	100

Fuente: Las autoras

Elaboración: Propia

Uso potencial

El uso potencial del suelo identificado para el área de estudio, corresponde a cultivos de ciclo corto, pastizales, producción forestal, bosques-producción de agua, bosques protectores y protección de recursos (tabla 9). Anexo 1. Mapa 9. Uso potencial del suelo en la microcuenca Ambuquí.

Tabla 9. Uso potencial del suelo de la microcuenca Ambuquí

Uso Potencial	Símbolo	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Cultivo de Ciclo Corto, Pastizales	Ccc-P	656,88	8,07
Pastizales	P	802,36	9,85
Producción Forestal	Pf	699,25	8,59
Bosques, Producción de Agua	B-PA	2.770,91	34,03
Bosques Protectores, Producción de Agua	BP-PA	2.140,28	26,28
Protección de Recursos	PR	1.073,21	13,18
Total		8.142,89	100

Fuente: Las autoras

Elaboración: Propia

➤ **Cultivo de ciclo corto, pastizales**

Los cultivos y pastizales representan un área de 656,88 ha, y un 8,07% del área total de estudio, y en estos suelos debe existir un manejo de suelos.

➤ **Pastizales**

El porcentaje correspondiente a los pastizales es de 9,85% con un área de 802,36 ha, con una potencialidad para el manejo de suelos.

➤ **Producción forestal**

El área destinada para la producción forestal es de 699,25 has, superficie que de acuerdo al uso potencial es idónea para el manejo forestal.

➤ **Bosques, producción de agua**

El 34,03% del área en estudio posee un potencial para manejo de cuencas hidrográficas, principalmente en las fuentes abastecedoras de agua. Anexo 3. Fotografía 5.

➤ **Bosques protectores, producción de agua**

El área correspondiente a bosques protectores es de 2.140,28 has, referente al área de estudio, debiendo constituir el manejo de cuencas hidrográficas.

➤ **Protección de recursos**

El área correspondiente a la protección de recursos es de 1.073,21 has, con potencial para manejo de recursos naturales.

Conflictos de uso

Los conflictos de uso en la microcuenca Ambuquí se determinó en base a la diferencia de la oferta productiva del suelo y las exigencias del uso actual del terreno, clasificándolo en las siguientes categorías: sub-uso, sobre uso y uso correcto. Así el 51,31% del área de la microcuenca se encuentra subutilizada, el 37,24 % corresponde a un suelo sobre utilizado, y tan solo el 11,45 % corresponde a un área con uso del suelo adecuado (tabla 10). Anexo 1. Mapa 10. Conflictos de usos de tierra en la microcuenca Ambuquí.

Tabla 10. Conflictos de uso del suelo de la microcuenca Ambuquí

Conflictos de uso	Simbología	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Sobre uso	SOS	3.031,86	37,24
Sub-uso	SUS	4.178,72	51,31
Uso Correcto	UC	932,305	11,45
Total		8.142,89	100

Fuente: Las autoras

Elaboración: Propia

➤ Sobre uso

El sobre uso del suelo se encuentra en toda el área de estudio. En mayor proporción en la parte media de la microcuenca, en un área de 3.031,86 has. Este tipo de suelo necesita de mayor inversión y tiempo para poder restaurarlos, por lo que debe aplicarse un ordenamiento territorial.

➤ Sub-uso

El suelo sub utilizado se encuentra en la división media de la microcuenca con un área de 4.178,72 has; estos suelos requieren de un manejo planificado y adecuado.

➤ **Uso correcto**

El uso adecuado del suelo se encuentra exclusivamente en la parte alta de la microcuenca con una extensión de 932,305 has.

3.2. Materiales, equipos, insumos y herramientas

Para el estudio correspondiente a valorización económica, evaluación ambiental y estrategias de conservación fue necesario utilizar los siguientes equipos e instrumentos (tabla 11).

Tabla 11. Equipos e Instrumentos

Materiales y equipos	
Equipos de campo	Navegador GPS - GARMIN
	Molinete electrónico -
	Cámara fotográfica - SONY
	Cronómetro - SAMSUNG
Equipos de oficina	Computadora – IENOV0 - DELL
	Proyector - SONY
Materiales de campo	Botas
	Poncho de agua
	Encuestas
	Esfero gráfico
Varios	Movilidad
	Impresiones

Fuente: Las autoras

Elaboración: Propia

3.3. Métodos

3.3.1. Caracterización y evaluación ambiental de los servicios de aprovisionamiento y regulación hídrica

La evaluación ambiental y caracterización de los servicios en estudio se realizó con base en la metodología propuesta por (Barrantes & Vega, El Servio Ambiental Hídrico, Aspectos Biofísicos y Económicos, 2002) y la metodología adaptada por Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (Corporación Autónoma Regional de Nariño, 2011).

Además se analizaron los componentes del ciclo hidrológico, mediante datos obtenidos de 5 estaciones meteorológicas completas y con la utilización del “software”, “Programa Evapotranspiración Potencial (PETP.V2.0.0)” de César Vidal Gutiérrez. Se determinó el Índice de Escasez del Recurso Hídrico mediante la aplicación de las siguientes fórmulas:

- ***Cálculo de la oferta hídrica total***

El cálculo correspondiente a la oferta hídrica total se obtuvo mediante la siguiente ecuación.

Ecuación 1. Oferta hídrica total

$$OT = \sum_{i=1}^n p_i * A_i + O_e$$

(Barrantes & Vega, 2002)

Donde:

OT: Oferta total hídrica en el área de importancia (m³/año)

p_i: Precipitación en la microcuenca *i* (m³/año)

n: Número de microcuencas

A_i: Área de la microcuenca *i* (ha)

O_e: Aporte hídrico externo a la cuenca (m³/año)

- ***Cálculo de la oferta disponible***

Ecuación 2. Oferta disponible

$$OD = OT - ETr$$

Donde:

OD: Oferta Disponible

OT: Oferta hídrica Total

ETr: Evapotranspiración real

Este volumen representa el total disponible de agua para el uso sostenible, caso contrario, es cuestión de tiempo para llegar al agotamiento.

Para lo cual fue necesario determinar la Evapotranspiración Potencial y Real.

❖ *Evapotranspiración potencial (mm/año)*

El cálculo de la Evapotranspiración potencial se realizó por el método de Thornthwaite, mediante el Programa de Evapotranspiración Potencial (PETP.V2.0.0)” de César Vidal Gutiérrez.

❖ *Evapotranspiración real (mm/año)*

Ecuación 3. Evapotranspiración real

$$ETr = \begin{cases} \left[1.46 \left(\frac{ETp}{P} \right)^3 - 10.46 \left(\frac{ETp}{P} \right)^2 + 4.63 \left(\frac{ETp}{P} \right) + 0.27 \right] ET \text{ si } 0.06 \\ \leq \frac{ETp}{P} \leq 0.45 \\ \left(1.12 - \frac{ETp}{P} \right) ET \text{ si } 0.45 < \frac{ETp}{P} \leq 1.5 \end{cases}$$

Donde:

ETr : Evapotranspiración media real (mm/año)

Una vez estimada la evapotranspiración real y aplicando las ecuaciones respectivas, se determinó la oferta disponible.

- *Cálculo de la demanda natural y social hídrica*

- ❖ *Demanda Natural Hídrica*

La demanda natural hídrica se obtuvo de la Evapotranspiración real.

- ❖ *Demanda Social Hídrica*

Con información obtenida en los registros de la Secretaría Nacional del Agua, se estimó la demanda en base a las concesiones de uso y aprovechamiento del recurso hídrico en la parroquia (tabla 12).

Tabla 12. Demanda social hídrica

Uso	Superficie (ha)	Caudal (lts/seg)	Caudal (m³/año)
Agropecuario			
Doméstico			
Industrial			
Hidroeléctrico			
Turismo			
TOTAL			

Fuente: (Comisión Ejecutiva Provincial de Tungurahua, 2002)

Elaboración: Propia

Del análisis de la información antes mencionada, se desprende en porcentaje los diversos usos del recurso. Y esto determina la demanda total hídrica.

- ***Cálculo de la demanda hídrica total***

Ecuación 4. Demanda hídrica total

$$DHT = DSH + DNH$$

(Barrantes & Vega, 2002)

Donde:

DHT: Demanda Total Hídrica (m³/año)

DSH: Demanda Social Hídrica (m³/año)

DNH: Demanda Natural Hídrica (m³/año)

- ***Cálculo del índice de escasez***

De acuerdo a la oferta y demanda hídrica estimada en los cálculos anteriores, se pudo determinar este índice.

Ecuación 5. Índice de escasez %

$$Ie = \frac{DHT}{OD} * 100$$

(Corporación Autónoma Regional de Nariño, 2011)

Obtenido este porcentaje el índice se establece, por categoría los rangos críticos de presión sobre el recurso hídrico y su interpretación (tabla 13).

Tabla 13. Rangos críticos de presión, Índice de escasez

Categoría	Índice de escasez (%)	Interpretación
Alto	>40 %	Existe fuerte presión sobre el recurso hídrico, denota una urgencia máxima para el ordenamiento de la oferta y la demanda. En estos casos la baja disponibilidad de agua es un factor limitador del desarrollo económico. Se requieren fuertes inversiones económicas para mejorar la eficiencia en la utilización del agua en los sectores productivos y en los sistemas abastecedores de agua potable.
Medio	20-40%	Cuando los límites de presión exigen entre el 20 y el 40% de la oferta hídrica disponible es necesario el ordenamiento tanto en la oferta, como en la demanda. Es necesario asignar propiedades a los distintos usos y prestar particular atención a los ecosistemas acuáticos para garantizar que reciban el aporte hídrico requerido para su existencia. Se necesitan inversiones para mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos hídricos.
Moderado	10-20 %	Indica que la disponibilidad de agua se está convirtiendo en un factor limitante de desarrollo. Se debe implementar un mejor sistema de monitoreo y seguimiento del agua y desarrollar proyecciones del recurso hídrico a corto y largo plazo.
Bajo	<10%	No se experimentan presiones importantes sobre el recurso hídrico en términos de cantidad.

Fuente: Metodología índice de escasez. IDEAM, 2004

Elaboración: Propia

3.3.2. Estimación del valor económico de los servicios de aprovisionamiento y regulación del recurso hídrico

Para la estimación del valor económico de los servicios en estudio se tomó como base la metodología propuesta por Diego Azqueta en Terán (2012).

Aplicando encuestas tipo censo desarrolladas en tres secciones; la primera correspondiente al consumo y pago por el servicio de agua potable, regadío y otros usos; la segunda

correspondiente a la importancia y valoración del agua y la última sección con preguntas sobre información socio-económica. Las encuestas fueron aplicadas a cada una de las familias de las comunidades en el área de estudio referente al censo realizado por el Ministerio de Salud Pública (2015), para lo cual se identificó a los ofertantes y demandantes del recurso hídrico. En las comunidades asentadas en la parte media de la microcuenca como: Rancho Chico, Apangora, Rumipamba, Peñaherrera y Chaupi Guarangui se aplicó encuestas que permitieron valorar la máxima y mínima disposición a ser compensados (DAC) al ser consideradas como ofertantes de los servicios en estudio. Anexo 2. Encuesta 1. Anexo 3. Fotografía 3.

Las comunidades asentadas en la parte baja de la microcuenca como: El Lavandero, San Clemente, Las Mercedes y Ambuquí, se las consideró demandantes del recurso agua a las cuales se aplicó la encuesta de máxima y mínima disposición a pagar (DAP). Anexo 2. Encuesta 2. Anexo 3. Fotografía 4.

Tabla 14. Comunidades y número de encuestas aplicadas

COMUNIDADES	NÚMERO DE FAMILIAS ENCUESTADAS
OFERTANTES	
Rancho Chico	25
Apangora	20
Rumipamba	46
Peñaherrera	100
Chaupi Guarangui	32
DEMANDANTES	
El Lavandero	17
San Clemente	20
Las Mercedes	20
Ambuquí	200
TOTAL DE ENCUESTAS REALIZADAS	480

Fuente: Las autoras

Elaboración: Propia

La tabulación de los datos obtenidos se realizó mediante Excel (programa que permite realizar tareas contables y financieras gracias a sus funciones, desarrolladas específicamente para ayudar a crear y trabajar con hojas de cálculo). Se empleó el software Minitab 15, que permite ejecutar funciones estadísticas básicas y avanzadas para determinar las variables independientes que influyen directamente sobre la variable dependiente (DAP y DAC), que para el caso de estudio corresponde a la disposición al pago y disposición a ser compensado valor asignado por ofertantes y demandantes respectivamente.

3.3.3. Estrategias de conservación y manejo del recurso hídrico de la microcuenca

Después de recopilar los datos necesarios para realizar un diagnóstico socio-ambiental general del área de estudio y una vez obtenidos los resultados de las encuestas, así como de la situación actual del recurso hídrico en el área; se procedió a elaborar la propuesta de manejo ambiental del recurso hídrico de la microcuenca, encaminada a sugerir acciones enfocadas a un manejo sustentable del recurso en estudio.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización y evaluación de los servicios de regulación y aprovisionamiento del recurso hídrico de la microcuenca Ambuquí

La caracterización del recurso hídrico se realizó con información obtenida de la Secretaría Nacional del Agua–SENAGUA, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología-INAMHI, elaboración e interpretación de cartografía temática para establecer la curva de agotamiento, cálculo del índice de escasez de agua en la microcuenca, observación y monitoreo de caudales del recurso hídrico (trabajo de campo) en el área de estudio. Anexo 3. Fotografía 8.

4.2. Recurso hídrico de la microcuenca Ambuquí

La quebrada Ambuquí con 12,20 Km es de tipo intermitente, posee veinte y cuatro quebradas con sus respectivas vertientes, entre ellas la quebrada Chorrera y sus vertientes tiene 23,13 km, siendo de tipo perenne, es decir, aporta agua al drenaje principal de la microcuenca durante todo el año; además, cabe mencionar que es la única fuente proveedora del líquido vital para la población de Ambuquí.

Las quebradas: Punguhuayco, Salado, Pucatola, Cuchicorral, Miceto, Picpigal, Chacra Larga, Panteón Viejo y Guallnahuaycu presentan una extensión de 43,26 Km, estas no son aportantes a la microcuenca ya que no cuentan con agua suficiente pues existe un alto índice de infiltración y una grave presión social sobre el recurso hídrico. Adicionalmente en el área de estudio existen vertientes secas, las cuales no poseen nombre y con una extensión de 30,75 Km y quebradas de tipo intermitente con una longitud de 88,65 Km, que son aportantes solo en época de crecidas (época de lluvia) al drenaje principal de la microcuenca (tabla 15). Anexo 1. Mapa 11. Anexo 3. Fotografía 9.

Tabla 15. Quebradas y vertientes aportantes al drenaje principal de la microcuenca Ambuquí

Quebradas y vertientes	Tipo	Longitud (km)
Quebrada La Chorrera	Perenne	8,36
Vertientes s/n a la quebrada La Chorrera	Perenne	14,77
Quebrada Angahuasi	Intermitente	3,01
Quebrada La Playa	Intermitente	2,77
Vertientes s/n a la quebrada La Playa	Intermitente	2,16
Quebrada Yanacpaccha	Intermitente	3,24
Vertientes s/n a la Quebrada Yanacpaccha	Intermitente	4,09
Quebrada Chichapugru	Intermitente	2,06
Vertientes s/n a la Quebrada Chichapugru	Intermitente	3,15
Quebrada Punguhuayco	Se pierde por infiltración (sin agua)	2,45
Vertientes s/n a la Quebrada Punguhuayco	Se pierde por infiltración (sin agua)	3,96
Quebrada Carbón Juchu	Intermitente	2,53
Quebrada Manzano Guarangui	Intermitente	2,24
Vertientes s/n a la Quebrada Manzano Guarangui	Intermitente	4,05
Quebrada Salado	Se pierde por infiltración (sin agua)	1,08
Vertiente s/n Quebrada Salado	Se pierde por infiltración (sin agua)	0,46
Quebrada Trapichucu	Intermitente	1,3
Vertientes s/n a la Quebrada Trapichucu	Intermitente	5,19
Quebrada Cochapamba	Intermitente	2,44
Vertientes s/n a la Quebrada Cochapamba	Intermitente	1,91
Quebrada de Pucatola	Se pierde por infiltración (sin agua)	1,24
Vertientes s/n a la Quebrada de Pucatola	Se pierde por infiltración (sin agua)	4,11
Quebrada Cuchicorral	Se pierde por infiltración (sin agua)	2,74
Vertientes s/n a la Quebrada Cuchicorral	Se pierde por infiltración (sin agua)	4,68
Quebrada Miceto	Se pierde por infiltración (sin agua)	2,07
Vertientes s/n a la Quebrada Miceto	Se pierde por infiltración (sin agua)	4,15
Quebrada Lavandero	Intermitente	1,02
Vertiente s/n a la Quebrada Lavandero	Intermitente	0,43
Quebrada Compañía	Intermitente	1,19
Quebrada de Peñaherrera	Intermitente	1,86
Vertientes s/n a la Quebrada de Peñaherrera	Intermitente	3,77
Quebrada Honda	Intermitente	1,21
Quebrada Pilón	Intermitente	1,28
Vertiente s/n a la Quebrada Pilón	Intermitente	0,33
Quebrada Cunrranga	Intermitente	1,72
Vertientes s/n a la Quebrada Cunrranga	Intermitente	12,57

Quebrada Picpigal	Se pierde por infiltración (sin agua)	1,45
Vertientes s/n a la Quebrada Picpigal	Se pierde por infiltración (sin agua)	5,25
Quebrada Chacra Larga	Se pierde por infiltración (sin agua)	0,74
Quebrada Murcielaguero	Se pierde por infiltración (sin agua)	1,77
Vertientes s/n a la Quebrada Murcielaguero	Se pierde por infiltración (sin agua)	3,54
Quebrada Panteón Viejo	Se pierde por infiltración (sin agua)	1,39
Vertientes s/n a la Quebrada Panteón Viejo	Se pierde por infiltración (sin agua)	4,04
Quebrada Guallnhuaycu	Se pierde por infiltración (sin agua)	2,52
Vertientes s/n a la Quebrada Guallnhuaycu	Se pierde por infiltración (sin agua)	4,02
Quebrada Ambuquí	Intermitente	12,2
Vertientes s/n a la Quebrada Ambuquí	Se pierde por infiltración (sin agua)	30,75

Fuente: SENAGUA, 2016

Elaboración: Las autoras

4.3. Caracterización del servicio de aprovisionamiento - usos del agua

El aprovisionamiento y uso del agua se encuentra distribuido para el sector: doméstico, agropecuario e industrial; siendo prioritario el agua de consumo humano; utilizada por las comunidades de la parte media de la microcuenca que son: Rancho Chico, Peñaherrera, Chaupi Guarangui, Apangora y Rumipamba y las comunidades de la parte baja conformada por las comunidades de: El Lavandero, San Clemente, Las Mercedes y Ambuquí.

Mediante la información proporcionada por la Secretaría Nacional del Agua (2016), se pudo conocer que la demanda hídrica social es de 330,17 l/s; correspondientes a los diversos usos (tabla 16).

Tabla 16. Usos y aprovechamiento del agua en la microcuenca Ambuquí

Institución	Nombre Concesionario Autorizado	Representante	Nombre Sistema	Nombre Cuenca	Nombre Subcuenca	Nombre Microcuenca	Nombre /Aprovechamiento	Nombre/Usos	Caudal (l/s)	Sector	Cota (msnm)
INERHI	Andrango Salazar Galo y otros		Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Quebrada Ambuquí	Riego	3,00	Agrícola	2.000
CNRH	Junta general aguas de Ambuquí	Placencia Castro Justo	Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Quebrada El Quiche	Riego	28,00	Agrícola	2.080
INERHI	Flores Lucila y otros		Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Quebrada Ambuquí	Riego	0,58	Agrícola	1.807
INERHI	Cevallos Olga (hacienda irumina)		Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Quebrada Ambuquí	Riego	51,69	Agrícola	2.000
INERHI	Junta de aguas Pueblo Ambuquí	Rosero Luis Norberto	Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Quebrada Ambuquí - Quebrada Yunguilla	Riego	25,00	Agrícola	2.000
INERHI	Rosero Guillermo (hacienda Iruminita)		Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Quebrada Ambuquí - Quebrada Yunguilla	Riego	14,80	Agrícola	2.000
INERHI	Cooperativa Alberto Enríquez	Cárdenas Carbajal Luis Aníbal	Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Quebrada Ambuquí	Riego	26,50	Agrícola	2.000
INERHI	Salazar Valenzuela Luis Alberto		Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Acequia Toñuco	Riego	3,00	Agrícola	2.000
SENAGUA	Asociación agrícola 20 de diciembre	Urcuango Fernández Santos Pio	Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Vertientes Urcupamba	Riego	0,60	Agrícola	2.810
SENAGUA	Mera Túquerrez Luis Aníbal		Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Vertiente sin nombre	Riego	1,90	Agrícola	1.592

Institución	Nombre Concesionario Autorizado	Representante	Nombre Sistema	Nombre Cuenca	Nombre Subcuenca	Nombre Microcuenca	Nombre /Aprovechamiento	Nombre/Usos	Caudal (l/s)	Sector	Cota (msnm)
CNRH	Juma Anrango José Joaquín y otros	Juma Arellano Luis Camilo	Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Vertiente El Laurel	Riego	2,00	Agrícola	2.196
INERHI	Benavides Trejo Jaime		Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Quebrada Ambuquí - Vertiente sin nombre 1- 3	Abrevadero	0,10	Agrícola	2.940
CNRH	Ibarra Hormaza Ligia		Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Vertiente La Totora	Riego	3,14	Agrícola	2.337
CNRH	Juma José Joaquín y otra		Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Quebrada Ambuquí - Vertiente la Totora	Riego	0,86	Agrícola	2.337
CNRH	Salazar Vásquez Segundo Antonio y otros		Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Quebrada Ambuquí - Vertiente la Totora	Riego	3,00	Agrícola	2.337
SENAGUA	Comunidad Manzano Guarangui		Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Vertiente la Chorrera	Riego	36,00	Agrícola	
CNRH	Cabildo San Miguel de Apangora		Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Quebrada Ambuquí y drenaje - Vertiente N°2	Uso doméstico	0,05	Social	2.986
CNRH	EMAPA-I	Castillo Aguirre Álvaro	Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Quebrada Ambuquí - Quebrada Rancho Chico o La Chorrera	Uso doméstico	102,00	Social	2.860
CNRH	Comunidad Peñaherrera		Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Vertientes Horquillo Pogoyo - Pogoyo Peñaherrera y otra	Uso doméstico	0,51	Social	2.809
CNRH	Comunidad Chaupi Guarangui		Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Vertientes Rumicucho y Arrayán Cucho	Uso doméstico	0,50	Social	2.800

Institución	Nombre Concesionario Autorizado	Representante	Nombre Sistema	Nombre Cuenca	Nombre Subcuenca	Nombre Microcuenca	Nombre /Aprovechamiento	Nombre/Uso	Caudal (l/s)	Sector	Cota (msnm)
SENAGUA	Junta administradora de agua regional Rancho Chico y otros	Castro Velastegui Manuel Eliseo	Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Vertiente Cruzcunga	Uso doméstico	3,00	Social	3.580
INERHI	Rosero Luis Norberto(hacienda Iruminita)		Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Quebrada Ambuquí - Quebrada Yunguilla	Uso doméstico	3,50	Social	2.000
SENAGUA	Mera Túquerrez Luis Aníbal		Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Vertiente sin nombre	Uso doméstico	0,10	Social	1.592
SENAGUA	Comunidad de Rumipamba	Anrango Cayambe Juan Manuel	Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Quebrada Santa Faz	Uso doméstico	0,05	Social	3.040
SENAGUA	Colimba José Miguel y otros		Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Quebrada Ambuquí - Vertiente la Toma	Uso doméstico	0,20	Social	2.576
INERHI	Cayambe Julia y otros		Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Quebrada Ambuquí - Quebrada San Pedro	Uso doméstico	0,09	Social	2.900
INERHI	Mera Túqueres Aníbal		Mira	Río Mira	Río Mira	Quebrada Ambuquí y dren al río Chota	Quebrada Ambuquí - Vertiente sin nombre	Industrial	10,00	Industrial	1.564
TOTAL									320,17		

Elaboración: Las autoras

Fuente: Secretaría Nacional de Agua, (2016)

4.4. Caracterización del servicio de regulación del ciclo hidrológico

La caracterización de este servicio se realizó principalmente con la información proporcionada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INHAMI, 2016). Considerando los datos de cinco estaciones meteorológicas completas (Tabla 17), cercanas al área de estudio; con esta información se establecieron: los diagramas ombrotérmicos de cada estación, mismos que permitieron establecer las épocas de lluvia y épocas secas, determinantes para la medición de caudales y siendo información necesaria para la elaboración del Mapa de Isoyetas (precipitación) e Isotermas (temperatura). Anexo 1. Mapa 12. Precipitación en la microcuenca Ambuquí y Mapa 13. Temperatura en la microcuenca Ambuquí.

Tabla 17. Ubicación de las Estaciones Meteorológicas

Código	Nombre de la Estación	Coordenadas (X)	Coordenadas (Y)	Altitud (m.s.n.m)
M0085	Salinas	817391,36	51245,98	1.730
M0086	San Vicente	829367,51	54694,27	1.891
M0103	San Gabriel	258850,22	66827,42	2.860
M0105	Otavaló	806133,80	26927,16	1.730
M0107	Cahuasquí	810456,55	57329,70	2.335

Elaboración: Las autoras

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2016

- **Estación meteorológica Salinas**

La información utilizada fue desde 1971 - 1984 y también datos del año 2000 en un período de 14 años; como se indica en la tabla 18.

Tabla 18. Datos de Precipitación y Temperatura Medias Mensuales de la Estación Salinas

MES	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)
Enero	42,68	19,11
Febrero	53,91	19,12
Marzo	56,53	18,75
Abril	64,07	18,91
Mayo	33,46	19,03
Junio	10,69	19,07
Julio	10,27	19,12
Agosto	14,69	19,90
Septiembre	17,68	19,91
Octubre	42,88	18,80
Noviembre	46,17	18,37
Diciembre	56,90	18,50
Promedio	37,50	19,00

Elaboración: Las autoras

Fuente: INAMHI, 2016

- **Diagrama Ombrotérmico**

El diagrama ombrotérmico indica que los períodos de mayor precipitación son: enero - abril y octubre-diciembre; mientras que los meses considerados de época seca son mayo-septiembre.

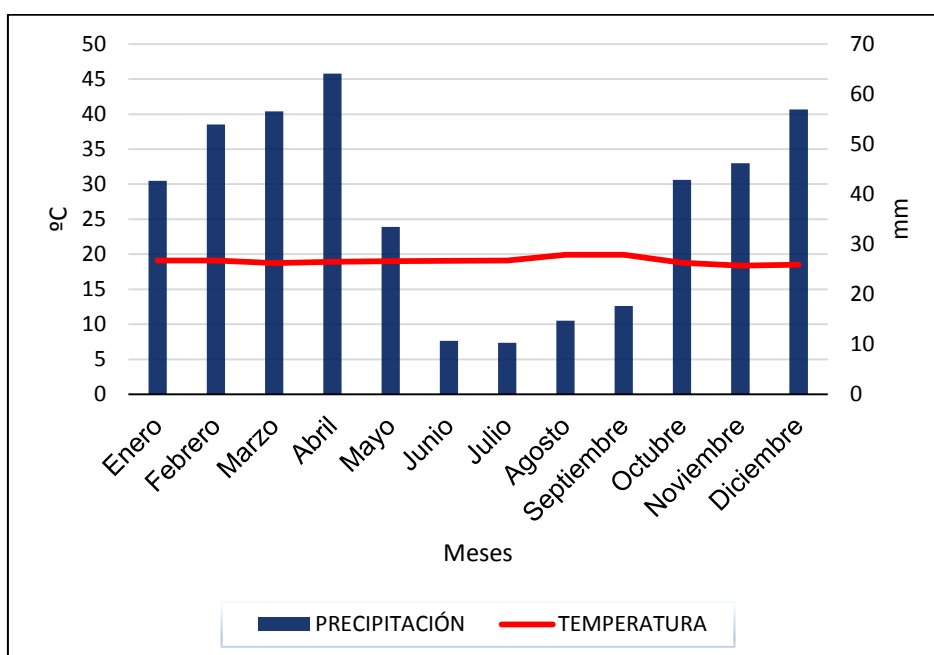


Figura 3. Diagrama ombrotérmico de la estación Salinas

Elaboración: Las Autoras

Fuente: INAMHI, 2016

- **Estación meteorológica San Vicente**

De esta estación se obtuvo información de 1999 y del período del 2006 a 2014, en un período de 9 años: como se muestra en la tabla 19.

Tabla 19. Datos de precipitación y temperatura media mensual de la estación San Vicente

Meses	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)
Enero	30,20	20,30
Febrero	44,00	20,00
Marzo	35,90	20,50
Abril	57,90	20,50
Mayo	43,10	20,60
Junio	18,90	20,20
Julio	3,30	19,20
Agosto	8,50	20,20
Septiembre	10,90	17,90
Octubre	31,40	19,50

Noviembre	20,80	19,20
Diciembre	41,10	19,90
Promedio	28,84	19,84

Elaboración: Las Autoras

Fuente: INAMHI, 2016

- **Diagrama Ombrotérmico**

De acuerdo al diagrama para esta estación, los meses de época seca o de menor precipitación son: junio, julio, agosto y septiembre; mientras que los meses de lluvia son enero y mayo y en menor proporción en octubre - diciembre.

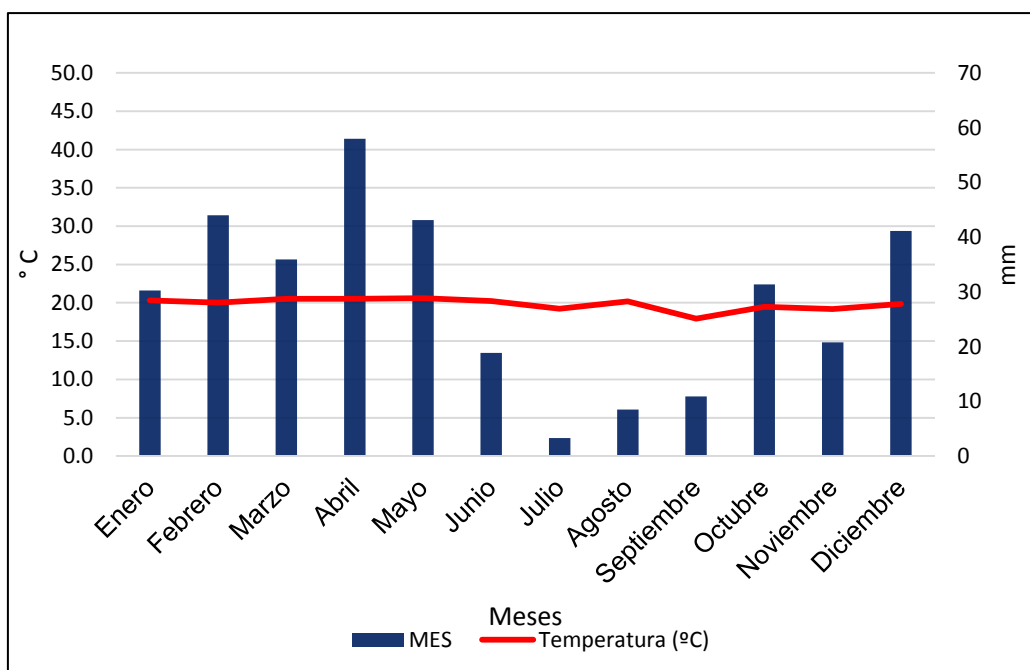


Figura 4. Diagrama ombrotérmico de la estación San Vicente

Elaboración: Las Autoras

Fuente: INAMHI, 2016

- **Estación meteorológica San Gabriel**

De la estación San Gabriel se usaron datos comprendidos desde 1963 a 1973 y de 1976 a 2013 en un período de 47 años; representados en la tabla 20.

Tabla 20. Datos de precipitación y temperatura medias mensuales de la estación San Gabriel

Meses	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)
Enero	82,00	12,40
Febrero	87,74	12,40
Marzo	97,86	12,53
Abril	112,05	12,66
Mayo	82,67	12,53
Junio	58,07	11,88
Julio	52,44	11,37
Agosto	40,53	11,39
Septiembre	48,05	11,76
Octubre	97,76	12,51
Noviembre	111,52	12,69
Diciembre	97,70	12,60
Promedio	80,70	12,23

Elaboración: Propia

Fuente: INAMHI, 2016

- **Diagrama Ombrotérmico**

Para esta estación los meses de mayor precipitación son: abril, octubre, noviembre y diciembre; y los que presentan menor cantidad de lluvias son: julio, agosto y septiembre.

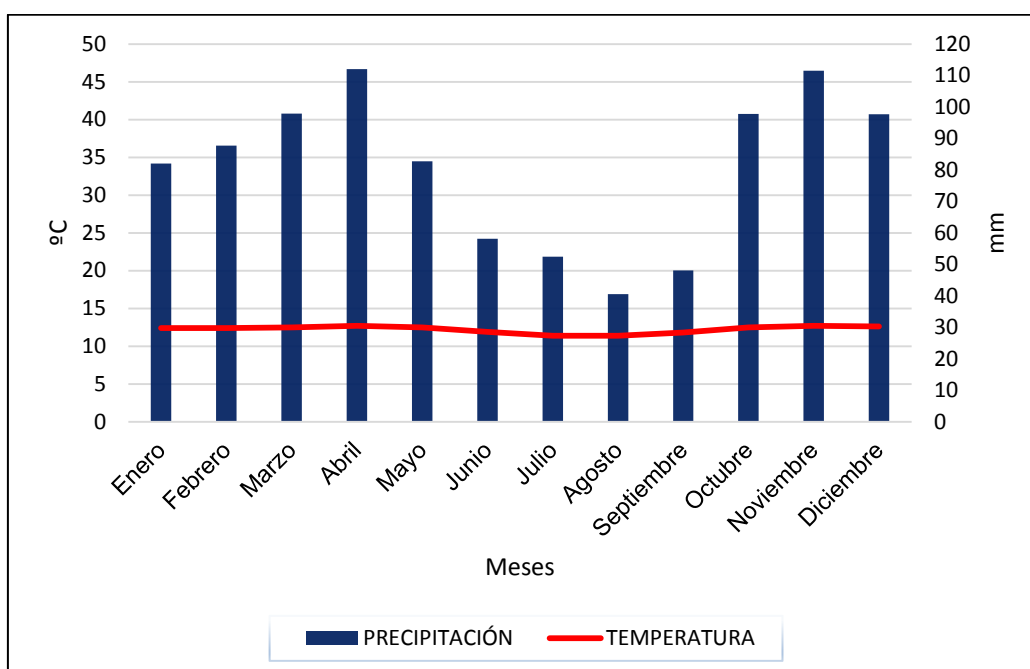


Figura 5. Diagrama Ombrotérmico de la estación San Gabriel

Elaboración: Propia

Fuente: INAMHI, 2016

- **Estación meteorológica Otavalo**

De esta estación se utilizaron los datos de 1995 al 2000 en un período de cinco años; como se indica en la tabla 21.

Tabla 21. Datos de precipitación y temperatura medias mensuales de la estación Otavalo

Meses	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)
Enero	79,30	14,60
Febrero	89,42	14,53
Marzo	121,30	14,90
Abril	126,17	14,95
Mayo	126,68	14,67
Junio	65,00	14,48
Julio	17,03	14,18
Agosto	19,37	14,40
Septiembre	54,88	14,62

Octubre	77,20	15,00
Noviembre	61,90	14,73
Diciembre	60,60	14,65
Promedio	74,90	14,64

Elaboración: Propia

Fuente: INAMHI, 2016

- **Diagrama Ombrotérmico**

Para la estación Otavalo los meses de mayor precipitación son: marzo- mayo, y en menor proporción en los meses de septiembre a noviembre; mientras que los meses considerados época de estiaje son: julio- septiembre.

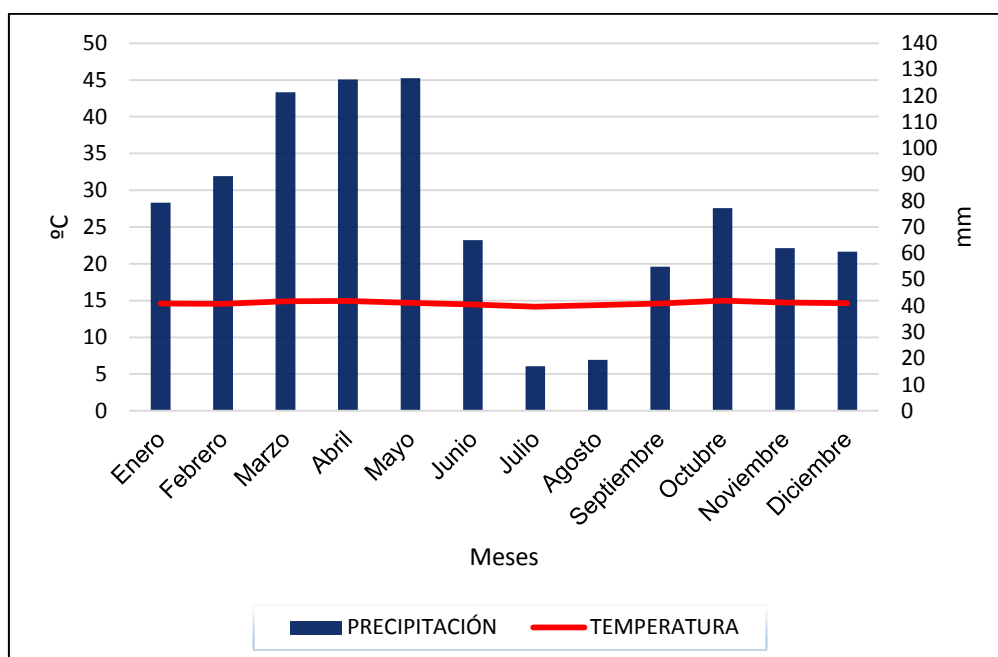


Figura 6. Diagrama Ombrotérmico de la estación Otavalo

Elaboración: Propia

Fuente: INAMHI, 2016

- *Estación meteorológica Cahuasquí*

De la estación Cahuasquí se utilizó la información de los años: 1999 y del 2 004 al 2 014, con un periodo de 10 años. Como se muestra en la tabla 22.

Tabla 22. Datos de precipitaciones y temperaturas medias mensuales de la estación Cahuasquí

Meses	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)
Enero	94,10	16,11
Febrero	84,53	16,05
Marzo	87,23	16,45
Abril	87,24	16,56
Mayo	66,22	16,78
Junio	20,02	16,73
Julio	9,28	16,58
Agosto	6,46	16,88
Septiembre	24,57	16,95
Octubre	61,80	16,7
Noviembre	98,05	16,38
Diciembre	109,39	16,06
Promedio	62,41	16,52

Elaboración: Propia

Fuente: INAMHI, 2016

- *Diagrama Ombrotérmico*

De la estación Cahuasquí se establece que los meses de mayor época lluviosa son: enero, noviembre y diciembre y en menor presencia de precipitaciones se encuentran: febrero, marzo, abril, mayo, octubre y noviembre; y los meses de estiaje son junio - septiembre.

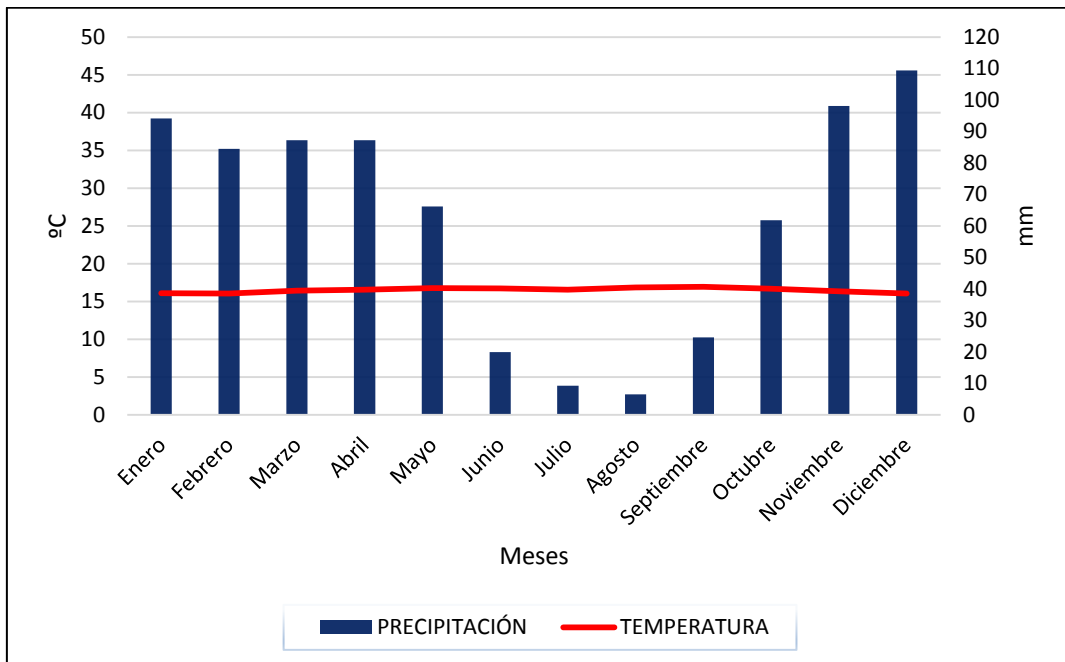


Figura 7. Diagrama Ombrotérmico de la estación Cahuasqui

Elaboración: Propia

Fuente: INAMHI, 2016

4.5. Medición de caudales

La medición de caudales se realizó en 4 puntos de aforo durante 6 meses. Tres monitoreos correspondientes a los meses de época seca (junio, julio, agosto) y tres monitoreos en época de lluvia (septiembre, octubre, noviembre) en base a los datos obtenidos de los diagramas ombrotérmicos de las 5 estaciones meteorológicas completas más cercanas al área de estudio.

- **Aforos**

Los puntos de monitoreo de caudales se establecieron de acuerdo al uso y distribución del recurso hídrico, tal como se muestra en la tabla 23.

Tabla 23. Puntos de aforo de caudales del recurso hídrico en la microcuenca Ambuquí

Puntos de Aforo		
Puntos muestreo	Lugar	Usos
Punto 1	Páramo	Agua de consumo humano para las comunidades de: Rumipamba, Apangora Peñaherrera, Chaupi Guarangui y Apangora
Punto 2	Rancho Chico	Agua de consumo humano para las comunidades de: Lavandero, Las Mercedes, San Clemente y Ambuquí
Punto 3	Quiche	Agua para uso de riego de las comunidades de San Clemente y Ambuquí
Punto 4	Aforo al Río Chota	Excedente de agua en la Microcuenca

Elaboración: Propia

Fuente: Las autoras

- **Caudales**

La medición de caudales se realizó en cada uno de los cuatro aforos una vez al mes, estableciéndose tres mediciones en época de lluvia y tres mediciones en época seca. Durante el tiempo de monitoreo (junio a noviembre) en los cuatro puntos de aforo, se estableció en el mes de noviembre un caudal de 2.868 l/s y en el mes de junio 901 l/s; siendo caudales de mayor y menor según corresponda. El aforo a la cuenca del Río Chota (Punto 4) es de 3.631 l/s y el caudal proveniente del páramo de la microcuenca posee un caudal mínimo (punto 1) con 1.672 l/s. Siendo la disponibilidad de agua presente en toda la microcuenca en época de estiaje 3.360 l/s y en época de lluvia 7.917 l/s de Como se indica en la tabla 24. Anexo 1. Mapa 14.

Tabla 24. Monitoreo de caudales en los puntos de aforo

Medición de caudales (l/s)						
Épocas	Mes	Puntos de monitoreo				Total (caudal mensual)
		Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	
Estiaje	Junio	264	280	135	222	901
	Julio	252	351	149	480	1.232
	Agosto	252	310	145	520	1.227
Lluvia	Septiembre	432	600	478	760	2.270
	Octubre	490	780	690	819	2.779
	Noviembre	498	810	730	830	2.868
Total (por punto de aforo)		1.672	2.851	2.327	3.631	11.277

Elaboración: Propia

Fuente: Las autoras

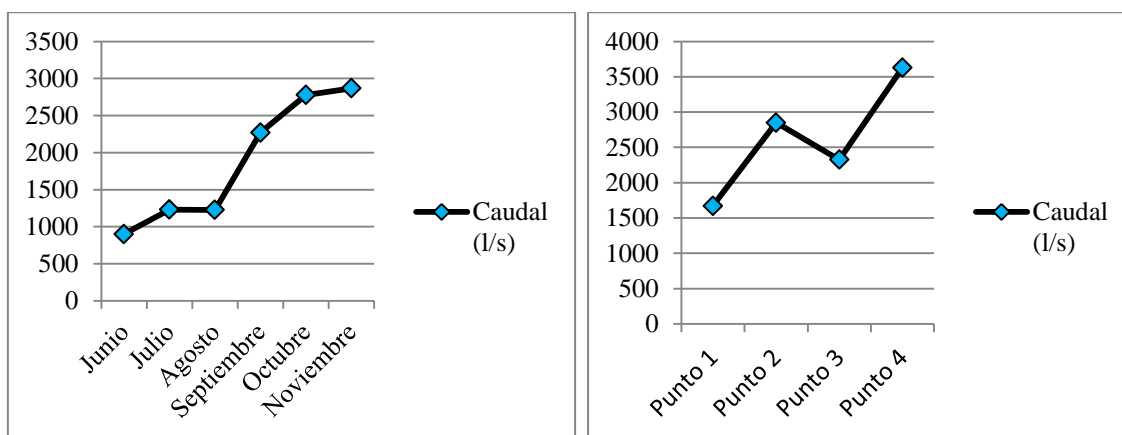


Figura 8 y Figura 9. Representación del caudal máximo y mínimo de acuerdo al mes y al punto de aforo en la microcuenca Ambuquí

Elaboración: Propia

Fuente: Las autoras

El mes de noviembre presenta mayor caudal con un aporte de 2.868 l/s; pudiendo deberse principalmente a la presencia de altas precipitaciones en la zona. A su vez el mes de junio fue el mes de menor aporte de agua a la microcuenca con un caudal de 901 l/s. El punto de mayor aforo a la microcuenca Ambuquí se encuentra en la comunidad Rancho Chico, (punto 2 en la figura) ya que en este sitio se confluyen afluentes permanentes e intermitentes al drenaje principal, representado en 2.851 l/s para el

tiempo de monitoreo; el punto 1, ubicado en la zona de páramo es el menor aportante al drenaje principal con un caudal de 1.672 l/s, debido principalmente a que el agua se guía por tubería hacia las comunidades de: Rumipamba, Apangora Peñaherrera, Chaupi Guarangui y Apangora para uso doméstico. Es necesario recalcar que el punto de aforo de mayor aportación es el aporte hídrico externo a la microcuenca, (punto 4 en la figura) proveniente del excedente del canal de riego Ambuquí, perteneciente a la microcuenca de Pimampiro. Anexo 3. Fotografía 10.

4.6. Parámetros de caracterización de los servicios de regulación y aprovisionamiento del recurso hídrico

La caracterización de los servicios de regulación y aprovisionamiento se realizó mediante datos de los componentes del ciclo hidrológico como: precipitación, temperatura, heliofanía, velocidad del viento; datos obtenidos de cinco estaciones meteorológicas completas más cercanas al área de estudio. Información que también permitió calcular otros parámetros como: evapotranspiración potencial; por el método de Thorntwaite, mediante el Programa de Evapotranspiración Potencial (PETP.V2.0.0), de César Vidal Gutiérrez y la Evapotranspiración Real; para posteriormente obtener la disponibilidad de agua en la microcuenca.

- ***Evapotranspiración potencial***

La evapotranspiración potencial establece las pérdidas de agua desde una superficie de suelo, es decir se produce por la humedad del suelo y la cobertura vegetal, en condiciones definidas, (Sánchez San Román, 2010). Siendo indispensable el cálculo de las pérdidas del líquido para determinar la capacidad de agua disponible en el suelo. Para el estudio la evapotranspiración potencial es de 774,43 mm/año; mediante la utilización de parámetros como: radiación, viento, humedad relativa del aire, precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima.

- ***Evapotranspiración real***

La evapotranspiración real es la cantidad de agua que se evapora efectivamente desde la superficie del suelo y transpirada por la cubierta vegetal, dando como resultado una evapotranspiración de 81.428,7 m³/año, representando 2,58 l/s de agua que se evapotranspira de forma real, siendo esta la demanda natural hídrica en la microcuenca; la cual fue calculada a partir del resultado evapotranspiración potencial.

- ***Oferta hídrica total***

Para establecer la oferta total en la microcuenca fue necesario conocer la precipitación media, el área de la microcuenca, y el aporte hídrico externo. Datos que permitieron establecer el total de agua con el que cuenta la microcuenca, dando como resultado $15\ 142.836,8$ m³/año; que representan 480,17 l/s que es la oferta total de agua en la microcuenca.

- ***Oferta hídrica disponible***

La oferta hídrica disponible es $15\ 061.408,1$ m³/año, que representan 477,59 l/s. La diferencia entre la oferta total y la oferta disponible es 2,58 l/s la cual se pierde por infiltración. Para el cálculo de este parámetro fue necesario conocer la oferta disponible y la oferta hídrica total y establecer su diferencia.

- ***Demanda hídrica total***

La demanda hídrica total hace referencia a la cantidad de agua que cubre la demanda social y la demanda hídrica natural. Para el cálculo la demanda social hídrica se usó la información proporcionada por SENAGUA, (2016), de acuerdo al uso del agua se estableció que: la actividad agropecuaria es la actividad que más agua demanda, con un 62,49 %, la demanda de agua para uso doméstico con un 34,35%, para abrevadero 0,03% y para uso industrial es 3,13 %, como se muestra en la tabla 25.

La demanda natural hídrica se estimó mediante el cálculo de la evapotranspiración real (agua que se evapora y transpiración de las plantas), calculada en el anterior apartado.

Considerando lo antes mencionado la demanda hídrica total es $10\ 178.309,82$ m³/año, y que representa 322,75 l/s.

Tabla 25. Demanda Social Hídrica

USO	SUPERFICIE (ha)	CAUDAL (Its/seg)	CAUDAL (%)
Agropecuario	3.155	200,07	62,49
Doméstico	0,47	110,00	34,35
Abrevadero	0,00	0,10	0,03
Industrial	43,4	10,00	3,13
TOTAL	3.198,87	320,17	100,00

Elaboración: Propia

Fuente: Las autoras

Del área total de la microcuenca 4.944,00 has están ocupadas por bosque, lo cual corresponden al área de la demanda hídrica natural, la demanda hídrica social es de 10`096.881,12 m³/año representado en un 198,87 has en relación a la superficie del área de estudio.

Índice de escasez

El índice de escasez en la microcuenca Ambuquí es de 67,58 %, es decir, existe una fuerte presión sobre el recurso hídrico, y denota una urgencia máxima de manejo sostenible de la microcuenca y esencialmente de las fuentes abastecedoras del líquido vital; ya que a que la baja disponibilidad de agua es un factor limitante para el desarrollo económico, social y ambiental.

El estudio realizado por Corponariño en cada una de las cuencas que conforman el territorio. Teniendo en cuenta que la Sub cuenca Quebrada Miraflores presenta características similares al área de estudio. En el primer caso el índice de escasez es de 43,7 % considerado como un rango alto de presión sobre el recurso hídrico que en comparación con la microcuenca Ambuquí con un índice de 67,58% en ambos casos existe una fuerte presión sobre el recurso hídrico ya que ha sido afectado por factores principalmente antrópicos como el cambio de uso de suelo.

4.7. Valoración económica de los servicios de aprovisionamiento y regulación del recurso hídrico

4.7.6. Valoración económica del servicio de aprovisionamiento

Para estimar el valor económico del servicio de aprovisionamiento que la población demandante asigna al recurso hídrico se lo estableció mediante preguntas que permitieron determinar la disposición al pago (DAP) por mantener y conservar el recurso hídrico.

- ***Acceso, disponibilidad y pago de agua para consumo humano***

En la comunidad de Ambuquí el 100% de los habitantes tienen acceso al agua de consumo humano, y pagan por este servicio un promedio de \$ 7,57 por familia, el 48,70% de la población menciona que el servicio (calidad y cantidad) de agua es regular, el 49,74 % de los encuestados respondió que casi siempre cuentan con el servicio de agua de consumo humano; manifestando que la escasez del agua se presenta principalmente cuando se realiza la limpieza de tanques de almacenamiento y por daños en las tuberías.

En la comunidad Las Mercedes el 100 % de la población tiene acceso al agua de consumo humano pagando por este servicio un promedio mensual de \$ 5,72 por familia, en el cual el 75% considera al servicio (calidad y cantidad) bueno.

En las comunidades de El Lavandero y San Clemente el 100 % de los encuestados cuenta con agua de consumo humano pagando una tarifa mensual de \$ 5,29 y \$ 10,21 respectivamente, calificando al servicio en un 85,71% y 47,06 % como bueno en cada comunidad. En cuanto a la frecuencia del servicio, en la comunidad El Lavandero el 50% de la población siempre cuenta con este servicio y en la comunidad San Clemente el 64,71% de los encuestados casi siempre tiene agua de consumo humano (tabla 26).

NOTA: La descripción corresponde a los porcentajes y valores más representativos por cada comunidad encuestada.

Tabla 26. Acceso, tarifa y frecuencia del servicio de agua de consumo humano de la población demandante del recurso hídrico en la microcuenca Ambuquí

Nombre de la comunidad	Acceso al agua de consumo humano (%)	Tarifa promedio de pago por el agua de consumo humano (\$)	Calificación del servicio de agua de consumo humano (%)	Frecuencia del servicio del agua de consumo humano (%)
Ambuquí	100	7,57	44,56 Bueno 48,70 Regular 6,22 Malo 0,52 Pésimo	47,15 Siempre 49,74 Casi siempre 3,11 A veces
Las Mercedes	100	5,72	75 Bueno 25 Regular	45 Siempre 50 Casi siempre 5 A veces
Lavandero	100	5,29	85,71 Bueno 14,29 Muy bueno	50 Siempre 42,86 Casi siempre 7,14 A veces
San Clemente	100	10, 21	11,76 Muy bueno 47,06 Bueno 29,41 Regular 11,76 Malo	29,41 Siempre 64,71 Casi siempre 5,88 A veces

Elaboración: Propia

Fuente: Las autoras

- **Acceso, disponibilidad y pago de agua para riego**

En la parroquia Ambuquí el 30,05 % de los habitantes tiene acceso al agua de riego, sin embargo la mayoría de los beneficiarios califican al servicio (calidad y cantidad) como malo. El pago por este servicio lo realizan los usuarios mediante una junta de agua con un valor de \$ 10 anuales, los cuales son cancelados al ente gestor del agua SENAGUA.

En El Lavandero el 64,28 % de los encuestados poseen servicio de agua de riego calificándolo como regular (cantidad y distribución). El 35,71% de la población pertenecen a la junta de agua pagando por el servicio \$ 10 por año.

En la comunidad de San Clemente el 70,58 % de los encuestados tiene acceso al agua de riego y lo califican como servicio (calidad y cantidad) regular, el 23,53 % pertenece a una junta de agua de riego cancelando por el servicio una cantidad igual a la de las dos comunidades antes descritas.

El 100% de los pobladores de la comunidad Las Mercedes no cuentan el servicio de agua de riego (tabla 27).

Tabla 27. Acceso, servicio y pago por el agua de riego de la población demandante del recurso hídrico en la microcuenca Ambuquí

Nombre de la comunidad	Acceso al agua de riego (%)	Pertenece a una junta de agua de riego (%)	Calificación del agua de riego (cantidad y calidad) (%)	Meses de mayor y menor disponibilidad de agua de riego (%)	Paga agua de riego (%)	Tarifa agua de riego (\$)
Ambuquí	30,05 Si 69,95 No	18,13 Si 81,87 No	3,63 Regular 9,33 Malo 5,18 Pésimo 81,87 No tiene	100 Invierno 100 Verano	100 Si paga	10
Las Mercedes	No tiene	No tiene	No tiene	100 Invierno 100 Verano	No tiene	No tiene
Lavandero	64,28 Si 35,72 No	35,71 Si 64,29 No	14,29 Bueno 28,57 Regular 14,29 Malo 7,14 Pésimo 35,71 No tiene	100 Invierno 100 Verano	50 Si paga 35,71 No tiene 14,29 No paga	10
San Clemente	70,58 Si 29,41 No	23,53 Si 76,47 No	15,20 Bueno 45,50 Regular 9,88 Malo 29,42 No tiene	100 Invierno 100 Verano	64,71 Si paga 29,41 No tiene 5,88 No paga	10

Elaboración: Propia

Fuente: Las autoras

- **Disponibilidad de agua en la microcuenca Ambuquí en relación a años anteriores**

El 100% de los encuestados de las cuatro comunidades reconocen que la cantidad de agua ha disminuido en relación a años anteriores, así: para Ambuquí en un tiempo promedio de 13 años el porcentaje de disminución es del 41,56% correspondiente al 18,89% anual, en Las Mercedes en 15 años ha disminuido en un 62,7% correspondiente al 24,68 % anual, en la comunidad de Lavandero el porcentaje de disminución es del 65% en 14 años con un 27.39 % anual y en San Clemente en 12 años ha disminuido en un 59% representando un 29.04 % anual; los porcentajes de disminución del caudal en la microcuenca está en base al aspecto social de acuerdo a la opinión de cada uno de los encuestados. Como se muestra en la tabla 28.

Tabla 28. Disminución en la cantidad de agua, según la opinión de la población demandante del recurso hídrico en la microcuenca Ambuquí

Nombre de la comunidad	Tiempo promedio (Años)	Porcentaje promedio en el tiempo (%)	Porcentaje promedio anual de pérdida de caudal (%)
Ambuquí	13	41.56	18.89
Las Mercedes	15	62.70	24.68
Lavandero	14	65,00	27.39
San Clemente	12	59,00	29.04

Elaboración: Propia

Fuente: Las autoras

- ***Problemas ambientales presentes en la microcuenca y acciones correctivas para mitigar los impactos negativos en el ambiente***

El 88,60% de los encuestados en la comunidad de Ambuquí afirman que existen problemas ambientales en la microcuenca, siendo el problema más evidente el cambio de uso de los suelos, de ellos el 50,26% de los encuestados califica que el estado de conservación de los bosques y páramos proveedores del recurso hídrico es regular.

En Las Mercedes el 90,00% de los encuestados expresan que existen problemas ambientales y que el problema más evidente es el aumento de la frontera agrícola. Según el 85% de la población califican que el estado de conservación de los bosques y páramos. Para lo cual el 60,00% de los encuestados opinan que la acción de conservación es reforestar.

En El Lavandero el 85,71% considera que existen problemas ambientales en la microcuenca de los cuales el más evidente es el cambio de uso del suelo y califican que el estado es pésimo en un 57,14%, en la que una de las acciones para la conservación del recurso hídrico es cercar las fuentes proveedoras de agua.

En la comunidad San Clemente el 92,00% de los encuestados manifiestan que existen problemas ambientales de los cuales el más representativo es el cambio de uso suelo por actividades agrícolas, califican el estado del bosque y páramos como bueno según el 88,24% y expresan que entre las acciones para la conservación con un 29,41% cada opción son reforestar con plantas nativas y contratar un guarda bosques (tabla 29).

Tabla 29. Problemas ambientales y acciones para la conservación del agua, según la población demandante del recurso hídrico en la Microcuenca Ambuquí

Nombre de la comunidad	Existen problemas ambientales (%)	Tipo de problema (%)	Estado de conservación del bosque y páramo (%)	Acciones para la conservación del bosque y páramo (%)
Ambuquí	88,60 Si 11,40 No	35,75 Cambio de uso del suelo 19,69 Basura en la quebrada 11,92 Minería 4,66 Crecimiento poblacional 8,81 Cambio climático 6,22 Ninguno	1,04 Muy bueno 16,58 Bueno 50,26 Regular 14,51 Malo 17,62 No conoce	18,13 Reforestar con plantas nativas 27,46 Reforestar 11,40 Guarda bosques 4,66 Zonificar 7,25 Capacitaciones 5,18 Concientización 3,63 Crear ordenanza 4,66 Cercar las fuentes de agua 17,62 Caminos cortafuegos
Las Mercedes	90 Si 10 No	85 Expansión de la frontera agrícola 15 Ganadería	25,00 Bueno 60,00 Regular	20 Reforestar con plantas nativas 45 Reforestar 15 Guarda bosques 10 Capacitaciones 10 Caminos cortafuegos
Lavandero	85,71 Si 14,29 No	28,51 Expansión de la frontera agrícola 14,29 Ganadería 7,14 Cambio climático 14,29 Aumento poblacional 14,29 Presencia de basura 14,29 Ninguno	57,14 Pésimo 42,86 No conoce	42,86 Capacitaciones 54,14 Cercar las fuentes de agua
San Clemente	92 Si 8 No	47,06 Expansión de la frontera agrícola 17,65 Minería 17,65 Quema del páramo 11,76 Ganadería 5,88 Cambio climático	88,24 Bueno 11,76 Regular	29,41 Reforestar con plantas nativas 29,41 Guarda bosques 5,88 Concientización 11,76 Crear ordenanza 23,53 Caminos cortafuegos

Elaboración: Propia

Fuente: Las autoras

De acuerdo a lo descrito en la tabla 29. En la comunidad de Ambuquí la disposición al pago (DAP) mínima promedio por familia es de \$ 1,83 y el DAP máximo promedio por familia es de \$ 2,42.

Para la comunidad de Las Mercedes el DAP mínimo es de \$ 1,10 y el DAP máximo es de \$ 1,70.

En El Lavandero el valor de DAP mínimo es de \$ 1,60 y el máximo es de \$ 2,50.

Para la comunidad de San Clemente el promedio de DAP mínimo es de \$ 1,30 y el máximo DAP es de \$ 2,40 que los usuarios están dispuestos a pagar por mantener y conservar el recurso hídrico en las partes altas de la microcuenca y ser beneficiados mutuamente, tal como se indica en la tabla 30.

Tabla 30. Disposición de máxima y mínima disposición a pago y a ser compensado por los servicios de regulación y aprovisionamiento del recurso hídrico en la microcuenca Ambuquí

Nombre de la comunidad	DAP Mínimo (\$)	DAP Máximo (\$)
Ambuquí	1,83	2,42
Las Mercedes	1,10	1,70
Lavandero	1,60	2,50
San Clemente	1,30	2,40

Elaboración: Propia

Fuente: Las autoras

En Ambuquí el 59,07% de la población encuestada corresponde al género masculino y en un 40,93 % al género femenino con una edad promedio de 54 años con un nivel de instrucción de: el 25,30% cursaron la primaria incompleta, el 38,86% la primaria completa, el 13,47% la secundaria incompleta, el 20,21% la secundaria completa y el 2,07% terminaron la educación superior. La mayoría de las familias está integrada por un promedio de 3 a 4 personas de las cuales de 2 a 3 son económicamente activas, siendo sus principales actividades económicas la agricultura en 26,42%, el comercio en 23,83% y en 12,95% trabajos varios con un ingreso mensual promedio por familia de \$344.

En la comunidad de Las Mercedes del total de la población encuestada el 50% son hombres y el 50 % mujeres con una edad promedio de 45 años de los cuales el 35% no estudiaron la primaria completa, el 50% si terminaron la primaria, el 15% terminaron la secundaria completa y el 2,07% tienen educación superior. Las familias están conformadas por un promedio de 3 a 4 personas de las cuales de 1 a 2 trabajan; de ellas el 60% se dedican a la agricultura como actividad principal, el 30% se dedican al jornal, el 5% son empleados privados y el ingreso mensual promedio es de 280,71%.

En El Lavandero del total de la población encuestada el 64,21% corresponde al género masculino y el 35,71% al género femenino con una edad promedio de 52 años de los cuales el 64,29 % cursó la primaria incompleta, el 28,57% terminó la primaria y un 7,14% no estudió. En las familias encuestadas habitan en promedio de 3 a 4 personas de las cuales 2 son económicamente activas y se dedican a actividades como: agricultura con un 64,29%, jornal con un 28,57%, y el 7,14% realizan trabajos varios. El ingreso promedio mensual es de \$ 280,71.

En la comunidad de San Clemente de la población total encuestada el 69,71 % son hombres y el 35,29 % son mujeres con una edad entre 20 a 75 años, de las cuales el 47,66% no terminó la primaria, el 29,41% cursó la primaria completa, el 17,65% la secundaria completa y el 5,88% no tuvo la oportunidad de estudiar. El número de personas por familia es de 5, de las cuales 3 son económicamente activas y se dedican a actividades como: la Agricultura con un 35,29%, 23,53% se dedican al jornal, el 5,88% tienen un negocio propio, el 11,76% son empleados privados y el 23,53% realiza trabajos varios. El ingreso promedio es de \$ 351,76 mensuales. Como se muestra en la tabla 31.

Tabla 31. Información socio económica de la población demandante del recurso hídrico en la microcuenca Ambuquí

Nombre de la comunidad	Género (%)	Edad promedio (años)	Nivel educativo (%)	Número promedio de personas por familia	Número de personas económicamente activas	Ocupación (%)	Ingreso mensual promedio (\$)
Ambuquí	59 H 41 M	54	25,39 Primaria incompleta 38,86 Primaria completa 13,47 Secundaria incompleta 20,21 Secundaria completa 2,07 Superior	3 a 4	2 a 3	23,83 Agricultura 12,95 Comercio 9,33 Jornal 8,81 Albañilería 3,11 Negocio propio 3,63 Empleado público 4,15 Empleado privado 26,42 Trabajos varios 7,77 No trabaja	344,00
Las Mercedes	50 H 50 M	45	35 Primaria incompleta 50 Primaria completa 15 Secundaria completa 2,07 Superior	3 a 4	1 a 2	60 Agricultura 30 Jornal 5 Empleado privado 5 Trabajos varios	226,50
Lavandero	641 H 36 M	52	64,29 Primaria incompleta 28,57 Primaria completa 7,14 No estudió	3 a 4	2	64,29 Agricultura 28,57 Jornal 7,14 Trabajos varios	280,71
San Clemente	65 H 35 M	20 - 75	47,06 Primaria incompleta 29,41 Primaria completa 17,65 Secundaria completa 5,88 No estudió	5	3	35,29 Agricultura 23,53 Jornal 5,88 Negocio propio 11,76 Empleado privado 23,53 Trabajos varios	351,76

Elaboración: Propia

Fuente: Las autoras

4.7.6.1. Modelos de regresión para las comunidades demandantes del RH

Los modelos de regresión obtenidos mediante el software Minitab.15, permitieron identificar las variables propuestas en la encuesta (variables independientes β), las que mejor se ajustan o permiten responder la variable dependiente (α), o la pregunta clave dentro de la encuesta que en el presente estudio, siendo la disposición máxima y mínima al pago en cada una de las comunidades demandantes del recurso hídrico. La ecuación de regresión que se maneja en el software es:

$$\alpha = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4 + \beta_5 + \beta_6 + \beta_7 + \beta_8 + \beta_9 + \beta \dots \dots$$

Después de la aplicación de la ecuación antes mencionada, se establecieron tres tipos de modelos para cada comunidad, de los cuales el tercer modelo es considerado el mejor, ya que este es el resultado de las variables que presentan mayor representatividad dentro de cada modelo. En cada modelo se realizó la clasificación de cada variable de acuerdo a su representatividad cuantitativa mediante la siguiente simbología: * representatividad Baja; ** representatividad media y *** representatividad Alta.

Las variables más representativas de acuerdo a cada uno de los modelos planteados son: para el primer modelo calificado de acuerdo al coeficiente P (resaltado en las tablas), las variables independientes más relacionadas a la variable dependiente es decir la DAP, son: la frecuencia de disponibilidad de agua de consumo humano, la frecuencia de escasez del agua de consumo humano, si paga o no por el agua de riego, el tipo de problema ambiental que se evidencia en la microcuenca, acciones para la conservación del bosque y páramo, edad, nivel de instrucción, ocupación y los ingresos económicos familiares. Para el segundo modelo las variables relacionadas son: si paga o no paga agua de riego, el tipo de problema ambiental, la edad y el nivel de instrucción. Mientras que para el último modelo las variables independientes que influyen directamente con la variable dependiente son: si paga o no agua de riego, el tipo de problema ambiental y el nivel de instrucción (tabla 32).

Tabla 32. Variables independientes que influyen en la respuesta de la disposición al pago por mantener el recurso hídrico en la Comunidad Ambuquí

Variables independientes	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3	
		***		***		***
Frecuencia de acceso de agua de consumo humano	0,74	**	0,51			
	-0,01		0,07			
Frecuencia de escasez del agua de consumo humano	-0,40	**	-0,27	*		
	0,02		0,13			
Calidad del servicio de agua de consumo humano	-0,36	*				
	0,06					
Calidad del servicio de agua de riego	0,00	*				
	0,10					
Período de máxima disponibilidad de agua de riego	1,08					
	0,24					
Pago por agua de riego	-1,92	**	-0,78	**	-0,78	**
	0,01		0,04		0,03	
Indicador (disminución de caudal en referencia al tiempo)	0,06	*				
	0,12					
Tipo de problema ambiental	0,16	**	0,15	**	0,11	**
	0,01		0,01		0,05	
Acciones para la conservación del bosque y páramo	-0,12	**				
	0,02					
Edad	0,02	**	-0,01	**	-0,01	*
	0,05		0,04		0,11	
Nivel educativo	0,25	**	0,21	**	0,21	**
	0,00		0,01		0,02	
Número de personas que habitan en el hogar	0,10					
	0,26					
Número de personas económicamente activas	0,35					
	0,50					
Ocupación	-0,13	**	-0,08	*		
	0,05		0,10			
Ingreso mensual familiar	-0,00	**	-0,00			
	0,05		0,06			
R cuadrado ajustado	14,00%		9,70%		7,10%	
P varianza	0,00		0,00		0,00	

Elaboración: Propia

Fuente: Las autoras

En la comunidad de las Mercedes las variables más representativas son: el indicador (elemento de la encuesta que indica el porcentaje de disminución del agua por año en la microcuenca), otra de las variables influyentes es la edad y el ingreso familiar mensual. El segundo modelo indica que la calificación del servicio de agua de consumo humano, el indicador, la edad y los ingresos mensuales son las variables determinantes relacionadas de la DAP. Para el tercer modelo de la comunidad Las Mercedes son dos las variables directamente vinculadas y son el indicador y la edad de los encuestados (tabla 33).

Tabla 33. Variables independientes que influyen en la respuesta de la disposición al pago por mantener el recurso hídrico en la comunidad de Las Mercedes

Variables independientes	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3	
Calificación del servicio de agua de consumo humano	1,03		0,89	**	0,81	*
	0,10	*	0,05		0,10	
Escasez del servicio de agua de consumo humano	-0,42		-0,45	*		
	0,10	*	0,10			
Tarifa de pago por el agua de consumo humano	-0,06					
	0,50					
Como califica la tarifa de pago de agua de consumo humano	-0,01		-0,05			
	0,10	*	0,80			
Indicador (porcentaje/tiempo)	0,49		0,41	***	0,39	**
	0,01	**	0,00		0,00	
Edad	-0,07		-0,06	**	-0,04	**
	0,04	**	0,03		0,03	
Nivel educativo	-0,20					
	0,50					
Personas económicamente activas por familia	0,67					
	0,40					
Ocupación	0,02					
	0,90					
Ingresos mensuales	-0,00		-0,01	**	-0,00	
	0,05	**	0,03		0,06	
R cuadrado ajustado	43,90%		53,70%		43,40%	
P Varianza	0,09		0,01		0,01	

Elaboración: Propia

Fuente: Las autoras

Para la comunidad de Lavandero en primer modelo las variables más representativas que se vinculan a la respuesta obtenida en la DAP, son: La frecuencia de agua de consumo humano, el género y el nivel de instrucción en años. En el segundo modelo se indica que las variables relacionadas son: la frecuencia de agua de consumo humano, el indicador y la frecuencia de agua de riego. Para el tercer modelo las variables son: la frecuencia de agua de consumo humano, el indicador, género, el nivel de instrucción en años y la frecuencia de agua de riego (tabla 34).

Tabla 34. Variables independientes que influyen en la respuesta de la disposición al pago por mantener el recurso hídrico en la comunidad del Lavandero

Variables independientes	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3	
Servicio de agua de consumo humano	1,46 0,40	*	1,56 0,31	*		
Frecuencia de agua de consumo humano	3,13 0,03	**	4,49 0,01	**	3,90 0,01	**
Indicador (disminución del caudal anualmente)	-0,31 0,08	*	-0,52 0,02	**	-0,46 0,03	**
Género	4,61 0,03	**			3,39 0,04	**
Nivel de instrucción en años	1,00 0,04	**			1,10 0,02	**
Frecuencia de agua de riego			-3,58 0,05	**	-3,53 0,05	**
Disposición de agua de riego			6,50 0,07	*	6,06 6,06	
R cuadrado ajustado	26,90%		0,51%		0,49%	
P varianza	0,19		0,11		0,08	

Elaboración: Propia

Fuente: Las autoras

En la comunidad de San Clemente, las variable directamente relacionadas con la DAP son: modelo uno; frecuencia de agua de riego y si paga o no agua de riego, para el segundo modelo: la tarifa de agua de consumo humano, la frecuencia de agua de riego y el indicador y para el tercer modelo, la tarifa de agua de consumo humano, la frecuencia de agua de riego, si paga o no agua de riego y el indicador (tabla 35).

Tabla 35. Variables independientes que influyen en la respuesta de la disposición al pago por mantener el recurso hídrico en la comunidad San Clemente

VARIABLES INDEPENDIENTES	M1	M2	M3
Servicio de agua de consumo humano	0.32 * 0.50		
Escasez de agua de consumo humano	0.18 * 0.40	0.14 * 0.43	0.15 * 0.37
Tarifa de agua de consumo humano	0.05 * 0.43	0.10 *** 0.00	0.11 *** 0.00
Servicio de agua de riego	-0.02 * 0.94	-0.07 0.73	
Frecuencia de agua de riego	3.83 ** 0.01	4.17 *** 0.00	4.20 *** 0.00
Paga agua de riego	-6.45 ** 0.01	-5.57 *** 0.00	-5.27 *** 0.00
Mínima disponibilidad de agua de riego	-1.67 * 0.46	-1.68 * 0.41	-2.16 * 0.12
Indicador (disminución del caudal anualmente)	-0.12 * 0.01	-0.10 *** 0.00	-0.10 *** 0.00
Tipo de problema	0.13 0.24		
R cuadrado ajustado	90%	91.40%	92.20%
P varianza	0.004	0.000	0.000

Elaboración: Propia

Fuente: Las autoras

La disposición a pagar difiere en cada una de las comunidades debido a variables como el ingreso mensual y el número de familias. En Ambuquí el ingreso familiar es de \$304,00 mensuales y la disposición a pagar es \$2,13 mensual/familia; con una inversión de \$426,00 por comunidad para garantizar el servicio de agua. En San Clemente el ingreso promedio es \$ 351,76 mensuales; quienes están dispuestos a pagar \$ 1,85 mensual/familia; que representa una inversión de \$ 37,00 mensuales por comunidad. En El Lavandero el ingreso mensual es \$ 280,71 mensuales; y la disposición de pago es de \$2,05 mensual/familia, que representa una inversión de \$ 34,85 por comunidad. En Las Mercedes el ingreso promedio es de \$ 226,50 con una disposición de pago de \$1,40 mensual/ familia, con una inversión comunitaria de \$ 28,00 mensuales.

Ambuquí es la comunidad con el mayor número de familias en la que el valor máximo de DAP, debido a que al encontrarse en la zona baja de la microcuenca es donde más escasea el agua principalmente para uso de riego y en esta se encuentra concentrada la mayor parte de los habitantes de la microcuenca.

En las comunidades de Las Mercedes y San Clemente la DAP difiere en \$9,00 existiendo una relación proporcional con el ingreso mensual, es decir en la comunidad donde los comuneros tienen un mayor ingreso económico mensual se percibe una mayor disponibilidad de pago. Además en las dos comunidades el principal indicador es el porcentaje de disminución de agua en la microcuenca.

Las cuatro comunidades demandantes del recurso hídrico tienen disposición a cancelar un pago adicional al establecido en la planilla actual de pago que presenta como base por el agua de consumo humano \$1,80 dólares mensuales y al pago de \$10 dólares anuales por agua de riego. Debiéndose principalmente a la baja disponibilidad de agua especialmente para usos de riego y a la deficiente distribución de la misma. Esperando que con su aporte hacia las comunidades ofertantes se mejore la disponibilidad y la gestión del recurso hídrico en la microcuenca.

4.7.7. Valoración económica del servicio de regulación hídrica

La estimación del valor del servicio de regulación hídrica se realizó en las comunidades consideradas como ofertantes del recurso correspondiente a las comunidades que se encuentran en la parte media de la microcuenca, mediante las encuestas realizadas se pretendió determinar la disposición a ser compensados (DAC) por mantener y conservar el recurso hídrico. Después del análisis se puede concluir que las cinco comunidades consideradas como ofertantes del recurso tienen acceso al agua de consumo humano representado en un 100%; los habitantes de cada comunidad organizados en juntas de agua pagan mensualmente una tarifa que varía de \$ 1,00 a \$ 1,50 dependiendo de cada comunidad, cabe mencionar que la mayoría de las comunidades consideran que este servicio es bueno y un mínimo porcentaje considera que el servicio de agua de consumo humano es regular o malo. En cuanto al agua de riego ninguna de las comunidades en estudio poseen este servicio, por lo que los comuneros siembran sus productos al tiempo; es decir en época lluviosa. El uso del agua para abrevaderos no es usual en las comunidades de las cuales tres de estas Apangora, Peñaherrera y Chaupi Guarangui no usan el agua para abrevadero, mientras que Rancho Chico y Rumipamba con un 3 % y un 15,2% respectivamente siendo un servicio poco representativo haciendo referencia al número de comunidades ofertantes. Como se indica en la tabla 36.

Tabla 36. Acceso y usos del agua en las comunidades ofertantes del recurso hídrico en la Microcuenca Ambuquí

Nombre de la comunidad	Acceso al agua de consumo humano (%)	Acceso al agua de riego	Uso de agua para abrevaderos (%)	Tarifa mensual de pago por el agua de consumo humano (\$)	Calificación del servicio de agua de consumo humano (%)
Rancho Chico	100	No poseen agua de riego	3	1,00	4 Muy bueno 48 Bueno 48 Regular
Apangora	100	No poseen agua de riego	No usa agua para abrevadero	1,50	15 Muy bueno 55 Bueno 30 Regular
Rumipamba	100	No poseen agua de riego	15,20	1,00	86,90 Bueno 13,10 Regular
Peñaherrera	100	No poseen agua de riego	No usa agua para abrevadero	1,25	65 Bueno 30 Regular 5 Malo
Chaupi Guarangui	100	No poseen agua de riego	No usa agua para abrevadero	1,00	68,75 Bueno 31,25 Regular

Elaboración: Propia

Fuente: Las autoras

Según la opinión de los pobladores y el estudio de campo demuestra que la disminución de la cantidad de agua es evidente. En la comunidad Rancho Chico los comuneros comentan que desde 11 años se ha disminuido el caudal en un 53,40%, en Apangora se evidencia la disminución de la cantidad de agua desde 12 años en un 35%, en Rumipamba hace 14 años en un 50%, en Peñaherrera hace 15 años en un 45% y en Chaupi Guarangui ha disminuido en un 70% hace 48 años; estos cambios pueden deberse principalmente al cambio de uso de suelo en los bosques y páramos de la microcuenca. Los problemas ambientales que amenazan al recurso hídrico según las comunidades son: la presencia de animales en el páramo, la quema del bosque y páramo especialmente en época de verano y el cambio climático. En cuanto al estado de conservación del bosque y páramo la mayor parte de los comuneros consideran que se encuentra en buen estado y un mínimo porcentaje considera que se encuentra en mal estado. Es necesario mencionar que el 100% de los habitantes de cada comunidad están dispuestos a colaborar en mingas y en diversas actividades que favorezcan la conservación del recurso hídrico (tabla 37).

Tabla 37. Percepción de la cantidad de agua y problemas ambientales presentes en la Microcuenca Ambuquí, según la población ofertante del recurso hídrico

Comunidad	Disminución de la cantidad de agua (porcentaje anual)	Tipos de problemas ambientales (%)	Calificación del estado de conservación del bosque y páramo (%)	Acciones que están dispuestos a colaborar (%)
Rancho Chico	11 años 53,40 %	20 Presencia de animales en el páramo 40 Cambio climático 20 Quema del páramo	56 Regular 36 Bueno 4 Muy bueno 4 Malo	100 Mingas
Apangora	12 años 35 %	35 Cambio climático 35 Quema del páramo 30 Presencia de animales en el páramo	55 Bueno 30 Regular 10 Malo	100 Mingas
Rumipamba	14 años 50 %	41,30 Quema del páramo 39,13 Presencia de animales en el páramo 19,57 Cambio climático	50 Bueno 41,30 Regular 8,70 Malo	100 Mingas
Peñaherrera	15 años 45 %	50 Cambio climático 30 Presencia de animales en el páramo	78 Bueno 15 Regular	100 Mingas

		20Quema del páramo	7 Malo	
Chaupi Guarangui	48 años 70 %	50 Cambio climático 31,25 Presencia de animales en el páramo 18,75 Quema del páramo	59,38 Bueno 40,62 Regular	100 Mingas

Elaboración: Propia

Fuente: Las autoras

Una de las preguntas importantes en la estructura de la encuesta es la DAC ya que representa la disposición a ser compensado por mantener y conservar el recurso hídrico a cambio de una retribución monetaria en la que en la comunidad de Rancho Chico la mínima disponibilidad a ser compensado es de \$14 y la máxima es \$15; en Apangora el DAC mínimo es \$15 y el máximo es \$30. En Rumipamba el DAC mínimo es \$13 y el máximo es \$17, para Peñaherrera el DAC mínimo es \$13,37 y el máximo es \$20,33 y para Chaupi Guarangui el DAC mínimo es \$16 y el máximo es \$19. Adicionalmente los proyectos que los comuneros consideran necesarios implementar son: implementación de un guarda bosques, proyectos de compensación que beneficien a las comunidades ofertantes del recurso y proyectos que permitan la regeneración natural de los ecosistemas proveedores de agua (tabla 38).

Tabla 38. Máxima y mínima disposición a ser compensado y proyectos ambientales a realizarse en la microcuenca Ambuquí

Nombre de la comunidad	Mínima disposición a ser compensado (\$)	Máxima disposición a ser compensado (\$)	Proyectos ambientales que le gustaría que se ejecuten (%)
Rancho Chico	14,00	15,00	60 Guarda bosques 28 Proyectos de compensación 12 Regeneración natural
Apangora	15,00	30,00	50 Guarda bosque 35 Proyectos de compensación 15 Regeneración natural

Rumipamba	13,00	17,00	52,17 Guarda bosques 30,44 Proyectos de compensación 17,39 Regeneración natural
Peñaherrera	13,37	20,33	61 Proyectos de compensación 26 Guarda bosques 13 Regeneración natural
Chaupi Guarangui	16,00	19,00	46,88 Proyectos de compensación el 31,25 Guarda bosques 21,87 Renegación natural

Elaboración: Propia

Fuente: Las autoras

En la comunidad Rancho Chico el 64 % de los encuestados son de género masculino y el 36 % Femenino, con una edad entre los 45 a 61 años, de los cuales el 48 % tiene nivel de escolaridad primaria completa, el 28 % no terminó la educación primaria, el 16% terminó la educación secundaria y un 8 % de los encuestado no tuvo la oportunidad de estudiar. El número promedio de personas que habitan en un hogar es 3; de las cuales todas son económicamente activas; en las que sus ingresos económicos lo obtienen de actividades agrícolas en un 56%, del comercio el 16% y trabajos varios el 20% realiza trabajos varios y un 8% no trabaja ya que son adultos mayores (tabla 39).

Tabla 39. Información socio económica de la población de las comunidades ofertantes del recurso hídrico en la microcuenca Ambuquí

Nombre de la comunidad	Género (%)	Edad (años)	Nivel educativo (%)	Promedio de personas por familia	Personas económicamente activas	Ocupación (%)	Ingreso mensual promedio (\$)
Rancho Chico	64,00 Masculino 36,00 Femenino	45 - 61	48 Primaria completa 28Primaria incompleta 16 Secundaria completa 8 no Estudió	3	3	56 Agricultura 16 Comercio 20Trabajos varios 8 no trabaja	177,04
Apangora	50 Masculino 50 Femenino	30 - 70	50 Primaria completa 30 Secundaria completa 15 Primaria incompleta 5 No estudió	5	3	35 Agricultura 35 Jornal 25 Comercio 5 Trabajos varios	250,00
Rumipamba	65 Masculino 35Femenino	24 - 96	39,13 Secundaria incompleta 21,74 Primaria completa 19,56 Secundaria completa 17,39 Primaria incompleta 2,18 No estudió	4	2	50 Agricultura 19,63 Jornal 19,60 Comercio 8,60Trabajos varios 2,17 No trabaja	263,26
Peñaherrera	42 Masculino 58 Femenino	30 - 75	45 Primaria completa 28 Primaria incompleta 12 No estudió 10 Secundaria incompleta 5 Secundaria completa.	5	3	69 Agricultura 15 Trabajos varios 10 Jornal 6 Comercio	300,00
Chaupi Guarangui	62,50Masculino 37,50Femenino	18 - 86	71, 88 Primaria completa 18,75 Primaria incompleta 6,25 Secundaria incompleta 3,13 Secundaria completa	4	2	59,38 Agricultura 25 Jornal 9,38 Comercio 3,2 No trabaja 3,1 Son estudiantes	204,07

Elaboración: Propia

Fuente: Las autoras

4.7.7.1. Modelos de regresión para las comunidades ofertantes del RH

Los modelos de regresión obtenidos mediante el software Minitab.15, permiten conocer las variables propuestas en la encuesta (variables independientes), las que mejor se ajustan o permiten responder la variable dependiente que es la disposición máxima y mínima a ser compensados en cada una de las comunidades consideradas ofertantes del recurso hídrico. Para lo cual se establecieron tres tipos de modelos para cada una, de ellos el tercer modelo es el mejor ya que sus variables son más representativas. A continuación se muestran los modelos obtenidos en cada comunidad ofertante del recurso agua de acuerdo a la clasificación y método descrito en el apartado anterior sobre modelos de regresión en las comunidades demandantes.

En la comunidad de Apangora las variables más representativas en el primer modelo son: la tarifa de agua de consumo humano y la disminución del recurso hídrico anualmente según la opinión de los ofertantes. El segundo modelo indica que las variables vinculadas son: la tarifa de pago por el agua de consumo humano y el número de habitantes en la familia y en el cuanto tercer modelo la variable que posee mayor significancia es la tarifa de pago por el agua de consumo humano (tabla 40).

Tabla 40. Variables independientes que influyen en la respuesta de la disposición a ser compensados por mantener el recurso hídrico en la comunidad de Apangora

Variable independiente	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3	
	coeficiente	***	coeficiente	***	coeficiente	***
Tarifa de pago por agua de consumo humano	15,52	**	13,04	**	12,98	**
	0,01		0,01		0,01	
Disminución anual del caudal en referencia a un períodos de tiempo	2,25	**	1,76			
	0,04		0,60			
Nivel de escolaridad	0,85					
	0,32					
Número de personas por familia	-3,01	*	-1,70	**	-1,48	*
	0,10		0,04		0,08	
Número de personas económicamente activas por familia	1,89					
	0,43					
R cuadrado ajustado	43,30%		46,30		36,10	

P Varianza	0,02	0,00	0,01
-------------------	------	------	------

Elaboración: Propia

Fuente: Las autoras

En la comunidad de Peñaherrera las variables directamente vinculadas a la disposición a ser compensado (DAC) son: la calidad del servicio de agua de consumo humano y el ingreso percibido por los cultivos. En el segundo modelo son: la calidad de servicio de agua de consumo humano y el ingreso percibido por los cultivos. Para el tercer modelo las variables son: la calidad del servicio de agua de consumo humano y los ingresos percibidos por los cultivos. Como se muestra en la tabla 41.

Tabla 41. Variables independientes que influyen en la respuesta de la disposición a ser compensados por mantener el recurso hídrico en la comunidad de Peñaherrera

Variable independiente	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3	
Calidad del servicio de agua de consumo humano	4,58	***	3,50	**	3,49	**
	0,00		0,01		0,01	
Tarifa de agua de consumo humano	0,86					
	0,65					
Paga o no el servicio de agua de consumo humano	-0,25					
	0,65					
Indicador (disminución del caudal anualmente)	0,56					
	0,20					
Estado de conservación del bosque y páramo	-0,88					
	0,40					
Tiene terreno	-0,79	*	-0,83	*	-0,84	*
	0,10		0,10		0,10	
Tamaño del terreno	0,31					
	0,30					
Tipo de cultivos	-1,23	*	-1,43	*	-1,46	*
	0,10		0,10		0,10	
Ingreso percibido por los cultivos	0,02	***	0,01	***	0,02	***
	0,00		0,00		0,00	
Ingreso percibido por los animales	-0,00					
	0,40					
Edad	0,03					

	0,70				
Número de personas que habitan en la familia	0,26				
	0,50				
Ingreso mensual familiar	0,01	*	0,01	*	0,01
	0,10		0,10		0,10
Nivel de instrucción	-0,60		-0,30		
	0,10	*	0,30		
	0,30				
R cuadrado ajustado	27,70		28,60		28,60
P varianza	0,00		0,00		0,00

Elaboración: Propia

Fuente: Las autoras

En la comunidad de Chaupi Guarangui, las variables independientes que permiten dar una respuesta al DAC son: los años de estudio para el primer modelo, para el segundo modelo es los años de estudio y los gastos percibidos por los animales y para el tercer modelo son los años de estudio y los gastos percibidos por los animales (tabla 42).

Tabla 42. Variables independientes que influyen en la respuesta de la disposición a ser compensados por mantener el recurso hídrico en la comunidad Chaupi Guarangui

Variabes independientes	M1	M2	M3
Tipo de cultivos	0,37 *		
	0,82		
Años de estudio	2,32 ***	2,31 **	2,28 ***
	0,00	0,00	0,00
Usos del terreno	0,67	0,67	
	0,24	0,23	
Gastos percibidos por los animales	0,23 *	0,21 **	0,25 **
	0,13	0,04	0,02
R cuadrado ajustado	36,00%	38,20%	37,10%
P varianza	0,00	0,00	0,00

Elaboración: Propia

Fuente: Las autoras

En la comunidad de Rancho Chico, en el primer modelo expresa que las variables representativas son: el pago por el agua de consumo humano, el ingreso percibido por

los animales, la edad, la calidad del servicio de agua de consumo humano, tiene agua para abrevadero y el uso de la tierra. El segundo modelo indica que las variables son: el pago por el agua de consumo humano, el ingreso percibido por los animales, la edad, la calificación del servicio de agua de consumo humano, acceso a agua para abrevadero, el uso de la tierra y la tarifa por el agua de consumo humano. Para el tercer modelo las variables son: el pago por agua de consumo humano, la edad y la calificación por el servicio de agua de consumo humano. Como se muestra en la tabla 43.

Tabla 43. Variables independientes que influyen en la respuesta de la disposición a ser compensados por mantener el recurso hídrico en la comunidad Rancho Chico

Variables independientes	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Pago de agua de consumo humano	-8,66 ** 0,00	-7,66 ** 0,00	-8,85 *** 0,00
Ingreso percibido por los animales	0,03 *** 0,00	0,03 *** 0,00	0,01 0,15
Edad	-0,22 ** 0,00	-0,21 ** 0,00	-0,21 *** 0,00
Servicio de agua de consumo humano	6,25 ** 0,01	6,05 ** 0,00	8,85 *** 0,00
Tiene o no agua de abrevadero	15,97 *** 0,00	15,68 *** 0,00	11,92 ** 0,00
Uso de la tierra	-2,46 ** 0,03	-2,74 ** 0,02	-2,30 ** 0,02
Gasto anual por cultivos	-0,03 0,54		
Tarifa de agua de consumo humano		2,25 ** 0,46	
Número de personas económicamente activas		1,64 * 0,10	
Tiene o no animales			-7,45 0,04
R cuadrado ajustado	56,90%	61,70%	65,30%
P varianza	0,00	0,01	0,00

Elaboración: Propia

Fuente: Las autoras

En la comunidad Rumipamba, las variables independientes que poseen mayor representatividad son: en el primer modelo: el ingreso anual por los animales, gasto anual por la tenencia de los animales y el ingreso familiar mensual. En el segundo modelo; se indica que las variables son el ingreso percibido por los animales, el gasto por la tenencia de los animales y el ingreso mensual familiar y para el tercer modelo las variables más representativas son las mismas que en los dos modelos anteriores según el análisis realizado (tabla 44).

Tabla 44. Variables independientes que influyen en la respuesta de la disposición a ser compensados por mantener el recurso hídrico en la comunidad Rumipamba

Variables independientes	M1		M2		M3	
Ingreso percibido por los animales	0,01	**	0,02	**	0,01	**
	0,03		0,01		0,01	
Gasto por la tenencia de animales	-0,11	**	-0,12	**	-0,11	**
	0,02		0,01		0,01	
Género	1,77		1,94		1,83	
	0,20		0,16		0,18	
Ingreso familiar mensual	0,01	**	0,01	**	0,01	**
	0,03		0,02		0,01	
Uso del terreno	-0,33		-0,29	*		
	0,34		0,40			
Tipo de cultivos	-0,98		-1,13	*	-0,97	*
	0,15		0,08		0,12	
P varianza	18,60%		19,00%		19,60%	
R cuadrado ajustado	0,03		0,02		0,01	

Elaboración: Propia

Fuente: Las autoras

La disposición a ser compensado difiere en cada una de las comunidades debido a factores como la utilidad percibida por cultivos y tenencias de animales. En Apangora la utilidad es \$530,08 anual y la disposición a ser compensado es \$ 22,50 mensual/familia; con una compensación de \$ 450 por conservar el recurso hídrico. En Peñaherrera la utilidad promedio es \$ 277,53 anuales; quienes están dispuestos a recibir

\$ 16,85 mensual/familia; que representa una compensación de \$1.685,00 mensuales por comunidad. En Chaupi la utilidad es \$510,15 anuales; y la disposición a ser compensado es \$17,50 mensual/familia, que representa una compensación de \$560 por comunidad. En Rancho Chico la utilidad promedio es \$ 294,17, con una disposición a recibir de \$15 mensual/ familia, con una compensación comunitaria de \$375 mensuales y en Rumipamba la utilidad es de \$957,21 anuales; y la disposición a recibir es \$15 mensuales/familia que presenta una compensación de \$690.

En las comunidades analizadas consideradas como ofertantes, tales como Chaupi, Rancho Chico y Peñaherrera desean percibir una compensación mensual mayor a la utilidad obtenida anualmente; mientras que en la comunidad de Apangora y Rumipamba desean percibir un valor inferior a la utilidad anual, representada. Considerando que los datos obtenidos referentes a las utilidades están sobre estimados ya que la población se dedica a actividades agro productivas, a las que no se les puede asignar un valor mensual preciso ya que este ingreso depende del mercado.

4.8. Estrategias de conservación y manejo del recurso hídrico

Las estrategias de conservación y manejo del recurso hídrico se realizaron de acuerdo a la información participativa de cada una de las comunidades, mediante los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas a la cuenca social y criterio técnico para la identificación de problemas ambientales y sociales.

Considerando lo antes descrito se proponen cuatro proyectos enfocados a solucionar las principales problemáticas encontradas. Anexo 3. Fotografía 11, 12 y 13.

En la tabla 45, se detalla el análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas presentadas en la microcuenca Ambuquí.

Tabla 45. FODA de la Microcuenca Ambuquí

	Puntos Fuertes	Puntos Débiles
	FORTALEZAS	DEBILIDADES
De origen interno	Existencia de relictos de bosque nativo (páramo) en la parte alta de la microcuenca	Presencia de animales en las fuentes de agua
		Quema del páramo
		Cambio de uso del suelo
	Organización social (comunidades)	Crecimiento poblacional
		Mala distribución del recurso hídrico
	Percepción favorable de la población hacia la inserción a proyectos de conservación	Escaso presupuesto para el desarrollo de proyectos socio-ambientales
		Presión sobre los recursos naturales (agua, suelo, vegetación)
Baja disponibilidad de agua		
Ejecución del PDOT	Conflictos sociales	
	Escasa financiación y apoyo técnico para el desarrollo socio económico de la población de la microcuenca	
	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
De Origen externo	Participación de los GADs parroquial, municipal y provincial en proyectos de intervención en la microcuenca	Compactación del suelo
	Convenios interinstitucionales	Cambio climático
	Creación de ordenanzas municipales que permitan la conservación de los recursos naturales	Pérdida de vegetación nativa (bosque y páramo)
Pérdida de caudal		

Elaboración: Propia

- ***Proyecto 1: “Conserva el agua, preserva la vida”***

Este proyecto tiene como objetivo crear conciencia ambiental en autoridades y población sobre la importancia de los recursos naturales, los servicios, los beneficios y las estrategias de conservación y manejo sostenible del recurso hídrico en la microcuenca; permitiendo mitigar problemas como las quemas del páramo y la fuerte presión que existe sobre los recursos naturales (agua, suelo, vegetación); ya que una población con una cultura ambiental permite una correcta gestión de los recursos naturales y principalmente del recurso hídrico.

El presupuesto considerado por cada proyecto es un costo referencial y de acuerdo al alcance del objetivo.

Tabla 46. Proyecto 1

NOMBRE DEL PROYECTO	OBJETIVO	ALCANCE	ACTIVIDADES	IMPORTANCIA DE LAS ACTIVIDADES	INTERVENCIÓN	PRIORIDAD	PRESUPUESTO REFERENCIAL (\$)	RESPONSABLES
"Conserva el agua preserva la vida"	Crear conciencia en las autoridades y la población sobre la importancia, servicios, beneficios y estrategias de conservación y uso sostenible del recurso hídrico y vegetación nativa.	Sector Urbano-Rural (Cuenca Social)	Capacitaciones participativas sobre la importancia, servicios, beneficios y estrategias de conservación y uso sostenible del recurso hídrico y vegetación nativa. Enfocada a las autoridades y sector turístico.	Las capacitaciones participativas permitirán compartir experiencias para dar soluciones a las problemáticas presentes en la microcuenca y crear una conciencia ambiental para lograr un correcto desarrollo del ecosistema.	***	Alta	4.000	Gobierno Provincial de Imbabura, GAD Parroquial de Ambuquí, Academia
			Capacitaciones participativas sobre la importancia, servicios, beneficios y estrategias de conservación y uso sostenible del recurso hídrico y vegetación nativa. Enfocada a instituciones educativas y población.				4.000	
Presupuesto Total Referencial							8.000	

Proyecto 2. Ecozonas

Este proyecto pretende ordenar el uso de suelo para la protección de las fuentes de agua y la vegetación nativa presente en la microcuenca, está dirigido principalmente a las comunidades de la parte media-alta de la microcuenca, para las cuales la actividad agrícola es la principal fuente de ingresos y por tanto el cambio de uso de suelo es cada vez más extensivo, existe pérdida de vegetación nativa y una fuerte presión sobre los recursos naturales. Por tanto la zonificación de este sector creando ecozonas permite atenuar estos problemas y conservar los servicios y beneficios percibidos por los recursos presentes en la microcuenca.

Además el proyecto pretende poner a disposición de las autoridades competentes la elaboración de ordenanzas municipales que permitan el cuidado del ambiente para lograr una armonía de las poblaciones con el entorno natural, ya que existe presión antrópica sobre los recursos naturales principalmente la vegetación nativa y el páramo se encuentran afectados por la rápida expansión de la frontera agrícola.

Tabla 47. Proyecto 2

NOMBRE DEL PROYECTO	OBJETIVO	ALCANCE	ACTIVIDADES	IMPORTANCIA DE LAS ACTIVIDADES	INTERVENCIÓN	PRIORIDAD	PRESUPUESTO REFERENCIAL (\$)	RESPONSABLES
Ecozonas	Ordenar el uso de suelo para protección de fuentes de agua y vegetación nativa presente en la microcuenca (ecozonas).	Comunidades rurales (Parte media de la microcuenca Ambuquí): Peñaherrera, Rancho Chico, Chaupi Guarangui, Perraherrera, Apangora y Rumipamba	Diagnóstico de la situación actual del recurso hídrico en el territorio.	El diagnóstico es un pilar fundamental y básico que nos permite analizar la situación actual desde varias perspectivas para proponer soluciones viables y óptimas que se integren a los sistemas sociales, ambientales y económicos.	**	Urgente	1200.00	Gobierno provincial de Imbabura, GAD Municipal, GAD parroquial, Academia
			Creación de ordenanzas municipales que permitan zonificar el sector urbano-rural para evitar uso inadecuado del territorio.	Las ordenanzas municipales permitirán zonificar las áreas de acuerdo a las características del suelo para cada una de sus funciones y sancionar aquellas personas que hagan uso inadecuado del suelo y con ello proteger el recurso hídrico y vegetación nativa	***		Referencial de acuerdo al presupuesto del GAD Municipal y parroquial	

			Elaboración del mapa de crecimiento poblacional.	La elaboración del mapa de crecimiento poblacional permitirá conocer la proyección a futuro del sistema actual de la zona urbano rural y la presión que generaría sobre los recursos naturales	*		160.00	
			Sistematización y establecimiento de puntos estratégicos para protección de fuentes de agua.	El establecimiento y sistematización basada principalmente en cartografía y trabajo de campo en áreas o puntos estratégicos de protección de fuentes de agua para minimizar la vulnerabilidad que presentan estas zonas ante algún tipo de amenaza principalmente antrópica.	*		800.00	

			Sustitución de plantas introducidas por bosque nativo (especies óptimas).	Conocer la flora la nativa de la zona para establecer las especies adecuadas y las que presentan mayor funcionalidad en el ecosistema para reemplazar las especies introducidas para poder lograr un equilibrio ecosistémico.	**		1200.00	
			Prevención y mitigación de incendios forestales	Prevenir incendios forestales mediante la participación de las comunidades mediante la construcción de caminos cortafuegos, barreras vivas y mingas.	**		5000.00	
Presupuesto Total Referencial							8360.00	

Proyecto 3. Halcón

El proyecto Halcón pretende implementar un sistema de alerta para monitorear del uso del suelo y contar con una vigilancia permanente del páramo y zonas estratégicas de la microcuenca, con la finalidad de evitar factores negativos como los incendios o quemas del páramo, la presencia de animales (ganadería) cerca de las fuentes de agua permitiendo la conservación del páramo y la regeneración natural en zonas intervenidas que lo requieran; obteniendo beneficios socio-ambientales sostenibles.

Tabla 48. Proyecto 3

NOMBRE DEL PROYECTO	OBJETIVO	ALCANCE	ACTIVIDADES	IMPORTANCIA DE LAS ACTIVIDADES	INTERVENCIÓN	PRIORIDAD	PRESUPUESTO REFERENCIAL (\$)	RESPONSABLES
Halcón	Implementar un sistema de alerta para monitoreo del uso del suelo y vigilancia del páramo y zonas estratégicas de la microcuenca	Sector Urbano-Rural	Revisión del catastro territorial y de las ordenanzas municipales en base al uso del suelo.	La revisión del catastro y de las ordenanzas municipales son un paso previo que permiten conocer la situación actual del territorio en estudio	*	Media	10	GAD Municipal
			Socialización participativa de las ordenanzas municipales a la población.	La socialización del proyecto es indispensable para dar a conocer a la población sobre las decisiones tomadas y acciones a implementarse, para conocer el grado de aceptación que posee el proyecto.	*		80	GAD Municipal y GAD Parroquial
			Propuesta de implementación de drones con el objetivo de vigilar y emitir alerta en tiempo real el cual permita el cumplimiento de las ordenanzas municipales (comunidad) y	La propuesta de vigilancia pretende cumplir con las ordenanzas municipales.	**		3000	Academia

			permita el cuidado del páramo.					
			Capacitación sobre manejo de equipos al personal (representante de la comunidad) que hará uso de la tecnología.	La capacitación participativa dirigida a las personas que van hacer uso de esta tecnología permitirá dar un conocimiento para el buen manejo del equipo.	**		Empresa de drones (Compras públicas)	
			Implementación de casetas de vigilancia comunitarias	Precautelar el cumplimiento de las ordenanzas municipales y la conservación del páramo (regeneración natural en zonas estratégicas).	*	15 000	Gobierno provincial de Imbabura, GAD Municipal, GAD Parroquial, Personas de las comunidades	
Presupuesto Total Referencial							18 090	

Proyecto 4. Compensación por servicios ambientales

El proyecto pretende compensar a las comunidades ofertantes de los servicios ecosistémicos de regulación y aprovisionamiento del recurso hídrico, por parte de los demandantes de estos recursos dentro de la microcuenca para garantizar la conservación del ecosistema y mantener e incrementar la oferta de agua para los diversos usos.

Engloba directamente a toda la cuenca social de la microcuenca permitiendo mitigar varios de los problemas ambientales presentes, la presión sobre el suelo, el agua y la vegetación y los conflictos sociales suscitados por la distribución y el uso del agua; para generar sostenibilidad social y ambiental que permitirá un mejor vivir para las comunidades y el ecosistema.

Tabla 49. Proyecto 4

NOMBRE DEL PROYECTO	OBJETIVO	ALCANCE	ACTIVIDADES	IMPORTANCIA DE LAS ACTIVIDADES	INTERVENCIÓN	PRIORIDAD	PRESUPUESTO REFERENCIAL (\$)	RESPONSABLES
Compensación por servicios ambientales	Compensar a las comunidades ofertantes de los servicios ecosistémicos de regulación y aprovisionamiento del recurso hídrico en la microcuenca Ambuquí	Cuenca social (parte media y baja de la microcuenca)	Conocer las actividades económicas que compiten con la conservación del recurso hídrico y vegetación nativa	Conocer los ingresos y egresos de la población de la parte media de la microcuenca para establecer las utilidades percibidas por el uso del suelo.	*	Alta	5.00	Gobierno provincial de Imbabura, GAD Parroquial, comunidades
			Establecer la tasa de beneficios a ser implementada en cada comunidad dependiendo de las necesidades de la comunidad y la utilidad familiar	Esta tasa económica permitirá ayudar a las comunidades con los insumos e implementos para la agricultura u obras de acuerdo a la necesidad de cada una de las comunidades de acuerdo a sus prioridades.	**		Referencial de acuerdo a las necesidades de las comunidades	
			Conocer el pago por servicios ambientales que ofertan las personas de las comunidades de la parte media de la microcuenca (beneficiarios directos)	Conocer la tasa por servicios ambientales que los demandantes estarían dispuestos a pagar con el objetivo de mejorar la cantidad de agua y mejorar sus actividades productivas.	**			Gobierno provincial de Imbabura, GAD Parroquial, comunidades
Presupuesto Total Referencial							5	

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El drenaje principal de la microcuenca es la quebrada Ambuquí presenta una extensión de 12,2 Km. La Chorrera es el afluente más importante ya que es el mayor aportante de caudal y es de tipo perenne.

El servicio de aprovisionamiento del recurso hídrico se encuentra distribuido en cuatro sectores: doméstico 34,35%, agropecuario 62,49%, industrial 3,13% y abrevadero 0,03%; utilizado por las nueve comunidades de la parte alta, media y baja de la microcuenca.

El servicio de regulación del recurso hídrico se caracterizó con los datos de cinco estaciones meteorológicas completas: Salinas, San Vicente, San Gabriel, Otavalo y Cahuasquí. Esta información permitió establecer 3 meses de época seca (junio, julio y agosto) y tres de época lluviosa (septiembre, octubre y noviembre), que fueron los meses en los que se realizó la medición de caudales en los cuatro puntos de aforo a lo largo de la microcuenca.

El mayor caudal se presenta en el mes de noviembre, con un aporte de 2.868 l/s en los cuatro puntos de aforo. El mes con menor aporte es junio, con un caudal de 901 l/s. El punto de aforo que presenta el mayor caudal es el externo a la microcuenca medido en la desembocadura al Río Chota con un caudal de 3.631 l/s y el punto con mayor caudal dentro de la microcuenca es el punto 2, ubicado en la comunidad de Rancho Chico con un aporte de 2.851 l/s durante los 6 meses en estudio.

La microcuenca Ambuquí de acuerdo al cálculo de los parámetros de estimación del déficit hídrico, representado en el índice de escasez es de 67, 58% valor evaluado en un rango crítico de presión sobre el recurso ya que existe una fuerte presión antrópica y la disponibilidad de agua es baja; representando una factor limitante para el óptimo desarrollo económico, social y ambiental.

La disposición a pagar obtenido para las comunidades demandantes del recurso hídrico es de \$1,86 por familia y la disposición ser compensado para las comunidades ofertantes del recurso es de \$17,27 por familia. Se debe considerar que esta compensación servirá para el desarrollo de proyectos estratégicos comunitarios.

El valor percibido por las 4 comunidades de la zona baja de la microcuenca, para el servicio de aprovisionamiento de agua de consumo humano y riego es \$559,85 mensuales y el valor considerado por las familias de las 5 comunidades de la zona media-alta, para el servicio de regulación hídrica es de \$3.760,00 mensuales.

Las estrategias de manejo y conservación del recurso hídrico en la microcuenca se plasmaron en cuatro proyectos acordes a las necesidades y problemática obtenida de forma participativa de cada una de las comunidades de la microcuenca Ambuquí.

Recomendaciones

Socializar los resultados del estudio con los entes involucrados; considerando necesaria la ejecución del proyecto por parte de las autoridades competentes, puesto que el estudio realizado da cumplimiento al objetivo 7 del Plan Nacional del Buen Vivir.

Antes de realizar un estudio en cuencas hidrográficas es necesario verificar el acceso y la disponibilidad de la información requerida, para que los resultados obtenidos sean de mayor precisión. Por lo que se recomienda la instalación de estaciones meteorológicas completas en el área de estudio, para que se registren datos que permitan realizar estudios hidrológicos acordes a la realidad de la zona de estudio.

Para posteriores estudios, se sugiere considerar las mismas condiciones ambientales; como los períodos de época seca y lluviosa para la medición de caudales en campo, realizar las mediciones con equipos similares a los usados en el presente estudio y la normativa de calidad de agua principalmente del agua para consumo humano, a fin de

que los estudios se correlacionen y permitan fortalecer la gestión del recurso hídrico en la microcuenca.

Empoderar a los miembros de la comunidad, presidentes comunitarios, autoridades del GAD parroquial, Instituciones públicas y privadas, ONG s, sobre los proyectos a implementarse para lograr aceptabilidad y compromiso, ya que de ellos depende el éxito o fracaso de las medidas propuestas.

REFERENCIAS

- Aguirre, A. (2009). *Cuencas hidrográficas, Servicios Ambientales e Incentivos para el desarrollo ganadero sostenible del trópico americano*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-x6366s/x6366s05.htm>
- Altieri, M., y Nicholls, C. (2000). *Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. México D.F., México: ONU.
- Barrantes, G y Vega, M. (2002). *El Servicio Ambiental Hídrico, Aspectos Biofísicos y Económicos*. Heredia, Costa Rica. IPS.
- Beltrán, E., y Jaramillo, J. (2007). *Valoración Económica Ambiental del Recurso Hídrico y diseño de una Propuesta para Pago por Servicio Hídrico en la Microcuenca "SHUCOS" del Cantón Loja*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Loja. Loja.
- Bockor, I., Escobedo, M., Sales, E y Ovando, M. (2005). *Valoración del Agua como Servicio Ambiental para el abastecimiento de agua potable en el casco municipal de San Jerónimo, Baja Verapáz Informe Técnico Final*. Recuperado de http://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/8/40548/PSA_Tecnico_SanJeroFINAL.pdf
- Burneo, D. (2008). *Propuesta Sistema Tarifario, Proyecto Manejo Integrado de los Recursos Hídricos en la Hoya de Quito*. Quito, Ecuador: UICN-Sur
- Caguana, J. (2015). *Determinación del Balance y Demanda Hídrica en la Micorcuenca del río Atapo, Parroquia Palmira, Cantón Guamote, Provincia de Chimborazo*. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.

- Camacho, C., Reyes, V., Quiróz, M y Bonilla, O. (2003). *Gestión local y participación entorno al pago por servicios ambientales : estudios de caso Costa Rica*. Heredia. Costa Rica: Prisma.
- Castellón, M. (2014). *Métodos de Aforo de Fuentes Superficiales*. Universidad Nacional de Ingeniería sede Región Central Juigalpa. Juigalpa. Nicaragua.
- Código Orgánico de Ordenamiento Territorial Autonomía y descentralización. *Registro oficial suplemento 303*. (11 de octubre del 2010).
- Constitución de la República del Ecuador. *Registro Oficial 449*. (20 de Octubre de 2008).
- Cordero, D; Moreno, A; y Kosmus, M. (2008). *Manual para el desarrollo de mecanismos de pago/compensación por servicios ambientales*. Quito, Ecuador: Global Bussiness.
- Corporación Andina de Fomento (CAF) y The Nature Conservancy (TNC). (2008). *Taller Regional - Conservando los servicios ambientales para la gente y la naturaleza*. Bolivia: Molina & Asociados.
- Corporación Autónoma Regional de Nariño. (2011). *Ordenamiento del Recurso Hídrico en la quebrada Miraflores*. Pasto: Autor.
- Cuamacás, D. y Terán, K. (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Ambuquí, cantón Ibarra, 2012-2025* (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito.
- Domínguez, E., Rivera, H., Venegas, R. y Moreno, P. (2008). Relaciones demanda-oferta de agua y el índice de escasez de agua como herramientas de evaluación del recurso hídrico colombiano. *Revista Académica Colombiana de Ciencia*, 32 (123), 195-212.

- Echeverría, J. (2015). *Agua y Ecosistemas*. Corea: Corporación Andina de Fomento
- Florez, E. (2010). *Los Bienes y Servicios Ambientales y su incidencia en Honduras*. Honduras.
- Franco, C. (s.f). Servicios ambientales: importancia ecológica y económica [diapositivas de PowerPoint]. Recuperado de http://www.diccionariomedioambiente.org/DiccionarioMedioAmbiente/es/documentos/pago_Servicios_Ambientales.pdf
- Global Water Partnership (GWP) y Red Internacional de Organismos de Cuencas (INBO). (2009). *Manual para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas*. París. Autor.
- Holdridge, L. (1967). *Life Zone Ecology* (1 ed.). San José, Costa Rica.
- Infante Romero, H. y Ortiz, L. (Diciembre, 2008). Ajuste Metodológico al Índice de Escasez de Agua propuesto por el IDEAM en el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Pamplonita Norte de Santander - Colombia. *Revista Colombiana Forestal*, 11, 165-173.
- Jiménez, E. (2010). *Manejo de Cuencas Hidrográficas: Usuarios del Agua de la Cuenca del Río Valdivia-California*. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil.
- Ley Forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre. *Registro Oficial Suplemento 418*. (10 de septiembre del 2004).
- Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua. *Registro Oficial 305*. (6 de agosto de 2014).

- Lomas, P., Martín, B., Louit C., Montoya, D. y Montes, C. (2005). *Guía práctica para la valoración económica de los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas*. Madrid, España: Ulzama digital.
- Márquez, K; Pérez, J; López, R y Delgado, F. (2013). Determinación de zonas de conservación de suelos. Cuenca alta río Uribante, estados Mérida y Táchira-Venezuela. *Revista Geográfica Venezolana*, 54 (2), 195-224.
- Méndez, M. (2013). Calibración y validación del modelo hidrológico SWMM en cuencas hidrográficas de alta pendiente en Costa Rica. *Tecnología en marcha*, 26 (2). Recuperado de http://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/1400
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2014). *Experiencias de manejo y gestión de cuencas en el Ecuador: Indicadores para una evaluación rápida*. Quito, Ecuador: FAO.
- Ministerio del Ambiente Ecuatoriano. (2010). *Cuencas Hidrográficas hacia un Desarrollo Sostenible*. Quito: Autor.
- Norma técnica ecuatoriana 1108. *Requisitos para el agua potable*. Quinta revisión. 2014. Quito: Autor.
- Organización de las Naciones Unidas. (Junio, 1972). *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano*. Estocolmo. Suecia: Autor.
- Organización de las Naciones Unidas. (Junio, 1992). *Cumbre para la Tierra*. Rio de Janeiro. Autor.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2009). *¿Por qué invertir en Ordenación de la Cuencas Hidrográficas?*. Roma: FAO.
- Organización de las Naciones Unidas. (2016). *Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible*. Río de Janeiro. Autor
- Ordoñez, J. (2011). *Cartilla técnica - Ciclo Hidrológico*. Lima, Perú: Sociedad Geográfica de Lima.
- Ovalles, Y., Vergara, E y Ramírez, G. (2008). Ordenación de cuencas hidrográficas. Un reto al conocimiento, la acción y la gestión. *Revista forestal venezolana*, 52 (2), 241-252. Recuperado de http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/30290/1/nota_tecnica1.pdf
- Parra, O y Fernández, V. (24-28 de marzo del 2014). *El recurso Agua: un análisis comparativo e interdisciplinar de las cuencas hidrográficas de los ríos Iguazú (Brazil) y Biobí (Chile) bajo escenarios de alta demanda y cambio climático*. Curitiba: Autor
- Pourrut, P. (1995). *El agua en el Ecuador*. Quito, Ecuador: Corporación Editora Nacional.
- Reid, W., Mooney, H., Cropper, A., Capistrano, D., Carpenter, S., Chopra, K.....Zure, M. (2005). Evaluación de los ecosistemas del milenio Informe de síntesis. Recuperado de <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.439.aspx.pdf>
- Sabas, C y Paredes, D. (2009). Estudio de Oferta y Demanda Hídrica en la Cuenca del Río Barbas. *Scientia et Technica*. 2(42), 405-410. doi: 10.22517/23447214.2705

- Salazar, E y García, G. (2005). *Valoración económica ambiental del recurso hídrico para propuesta de manejo sustentable en las microcuencas Huambi-Córdova en el cantón Pimampiro*. (Trabajo de grado), Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Sánchez, R. (2010). *Evapotranspiración*. Recuperado de <http://ocw.usal.es/ciencias-experimentales/hidrologia/contenidos/03.Evapotranspiracion.pdf>
- Sánchez, B. (2005). *Una propuesta de valoración para el recurso hídrico proveniente de la cuenca alta del río Botanamo* (Trabajo de grado), Universidad Nacional Experimental de Guayana, Bolívar, Venezuela.
- Sánchez, J. (2011). *El ciclo hidrológico*. Recuperado de: http://ocw.usal.es/ciencias-experimentales/hidrologia/contenidos/01.Ciclo_hidrologico.pdf
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2013). *Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017*. Quito: Autor.
- Umaña, E. (2002). *Manejo de cuencas hidrográficas y protección de fuentes de agua. Educación ambiental con enfoque en manejo cuencas y prevención de desastres*. Universidad Nacional Agraria, San Nicolas-Esteli, Nicaragua.

ANEXOS