



UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLÍVAR
SEDE CENTRAL
Sucre – Bolivia

DIPLOMADO EN GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL
DESARROLLO SOSTENIBLE
Gestión 2017

DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN
AMBIENTAL EN FUENTES DE AGUA EN LA CUENCA
ALTA DEL RIO BAÑADO DEL MUNICIPIO DE
MONTEAGUDO

Monografía presentada para
optar al Diplomado en Gestión
Ambiental para el Desarrollo
Sostenible

ESTUDIANTE: ARMANDO TÉLLEZ SEGURA

Sucre – Bolivia
2021

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitir darme la vida, bendiciones y misericordia en todo el transcurso de mi vida, también por iluminarme y protegerme día a día porque sin el nada hubiera sido posible.

A La Universidad Andina Simón Bolívar por acogerme en sus aulas y darme la oportunidad de superación académica.

A los Docentes del Diplomado, por brindarme su amistad y transmitir sus conocimientos.

A mis compañeros y amigos por brindarme su amistad.

En general, les agradezco de todo corazón a todas aquellas personas que de alguna u Otra forma, contribuyeron en el presente trabajo.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó para diagnosticar el estado actual de conservación y protección de áreas de recarga hídrica, de las fuentes de agua, como también conocer los niveles de conocimiento y también conocer las causas principales que determinan la degradación de las áreas de recarga hídrica y poder determinar medidas de mitigación ambiental en fuentes de agua de la cuenca Alta del Rio Bañado del municipio de Monteagudo.

Los recursos hídricos es el elemento natural importante para producción agropecuaria, consumo doméstico y animal dentro la cuenca Alta del Rio Bañado, sin embargo, tras los años de explotación agrícola y ganadera, tala de árboles, los niveles de agua en sus diferentes fuentes bajo considerablemente, provocando la escasez del agua. Por los factores del cambio climático de igual manera influye en los periodos de precipitación, largos periodos de estiaje, provocando problemas económicos en los pobladores.

Debido a la problemática identificada por la pérdida de cobertura vegetal como consecuencia de la deforestación, expansión de la frontera agrícola y pecuaria, la aplicación de prácticas inadecuadas de producción agropecuaria, incendios forestales, así como también, el manejo inadecuado de las captaciones por parte de los pobladores que en su mayoría son colonos. Se diagnosticó el área de estudio para identificar los problemas que afectan la calidad y cantidad del agua de las fuentes y vertientes, para estructurar la propuesta de intervención que permita la conservación y recuperación de las mismas.

por otra parte, con la aplicación de encuestas y con un cuestionario previamente elaborado con preguntas cerradas y abiertas se aplicó para obtener información de fuente directa, donde el tamaño de muestra se realizado utilizando la ecuación matemática de Murray y Larry (2005), que de los 124 jefes de familia se debe encuestar a 25 personas, a un nivel de confianza de 95%. Está en la ecuación y los cálculos que se ha realizado para el propósito.

Por otra parte la gestión del territorio vinculado al agua, sostiene que un uso y aprovechamiento sostenible del agua en cuencas requiere del manejo, la protección y conservación de las fuentes de agua y sus zonas de recarga hídrica, de manera que se mejore la calidad, continuidad y eventualmente la cantidad, lo cual requiere de acciones que incrementen el acceso y mejoren la captación (siembra y cosecha del agua), para ser distribuir el agua con equidad, sea ésta para la producción, consumo humano o

animal, buscando consolidar buenas prácticas que mejoren y promuevan el uso eficiente del agua a través de riego tecnificado u otras tecnologías.

Con el fin de mitigar los problemas mencionados y mejorar la calidad del agua para los pobladores beneficiarios del agua de la cuenca alta del río bañado. Se estructuró la propuesta de intervención constituida por cuatro alternativas que se priorizaron, medidas Físicas, medidas Sociales, medidas Biológicas y medidas Institucionales, los mismos que contienen medidas de protección, conservación y restauración de las áreas y zonas de recarga hídrica de la cuenca Alta del Río Bañado, así mismo es necesario contar con la participación activa de las instituciones municipales, departamentales y locales de las comunidades, los actores y autoridades competentes para así mejorar la cantidad y calidad del agua mejorando la calidad de vida de los beneficiarios directos e indirectos de la cuenca.

Para garantizar la disponibilidad del agua no solo depende de los fenómenos naturales, sino de la gestión social e institucional de las organizaciones vinculadas al agua, que deben contribuir a mejorar no solo el acceso, sino también la calidad del agua disponible y de su protección, conservación del agua de las vertientes de la cuenca Alta del Río Bañado del municipio de Monteagudo.

PALABRAS CLAVES: <SOSTENIBILIDAD> <REDUCCIÓN DE RIESGO DE DESASTRES> <ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO> <GESTIÓN> <RECARGA HÍDRICA> <PROTECCIÓN DE FUENTES DE AGUA> <DEGRADACIÓN> <MITIGACIÓN AMBIENTAL> <CUENCA>.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I	1
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Introducción	1
1.2 Justificación	3
1.3 Objetivo General.....	4
1.4 Objetivos Específicos	4
1.5 Metodología	4
1.5.1 Métodos de investigación.....	4
1.5.2 Herramientas utilizadas.....	6
1.5.3 Procedimiento metodológico.....	6
1.5.4 Límites y alcance de la investigación.....	7
1.5.5 Límites	7
1.5.6 Alcances	8
CAPÍTULO II	9
2 MARCO TEÓRICO	9
2.1 Definición de una cuenca hidrográfica.....	9
2.2 Comportamiento de una cuenca hidrográfica.....	9
2.3 El ciclo hidrológico.....	11
2.4 Balance hidrológico	12
2.5 Gestión integral de recursos hídricos	12
2.6 Gestión de riesgos	13
2.7 Agua superficial y subsuperficial.....	14
2.8 Características del suelo	14
2.9 Cantidad de agua en el suelo según la vegetación.....	15
2.10 Áreas de recarga hídrica	16
2.11 Metodologías para determinar áreas de recarga hídrica	17

2.12	Manejo áreas de recarga hídrica	18
2.13	Uso sostenible de fuentes de agua.....	18
2.13.1	Prácticas de protección en el área de fuente de agua	19
2.13.2	Prácticas en el área recogimiento para aumentar la infiltración	20
2.14	Principales problemas y causas que enfrentan las fuentes de agua.....	20
2.15	Experiencias locales en la gestión del agua.....	23
2.15.1	Elementos destacables de las experiencias y su vinculación con la gobernanza, la gestión integral de recursos hídricos y la gestión	24
2.15.2	Modelo de Gestión	25
2.15.3	Normativa y organización.....	26
2.15.4	Gestión Manejo y Protección de Fuentes de Agua Mancomunidad de Municipios de Chuquisaca Centro	26
2.15.5	Modelo de Gestión	26
CAPÍTULO III.....		28
3	MARCO CONTEXTUAL	28
3.1	Ubicación geográfica.....	28
3.1.1	Localización geográfica.....	29
3.1.2	Vías de acceso	29
3.2	Caracterización territorial de la cuenca.....	30
3.2.1	Microcuencas de intervención.....	30
3.2.2	Superficie de la cuenca	31
3.2.3	Limites	32
3.2.4	Zonas Ecológicas	32
3.3	Población.....	32
3.3.1	Migración	33
3.3.2	Idioma	34
3.4	Aspectos socioeconómico de la cuenca.....	34

3.5	Organización Sociales y Culturales	35
3.5.1	Tipos de organización social.....	35
3.6	Aspectos Biofísicos	36
3.6.1	Recursos Hídricos	36
3.6.2	Tipo de Suelo	37
3.6.3	Cobertura vegetal y superficie de distribución.....	38
3.6.4	Clima.....	38
3.6.5	Temperatura	39
3.6.6	Humedad	40
3.7	Aspectos Ambientales.....	40
3.7.1	Riesgos.....	40
3.8	ANÁLISIS INTEGRAL Y PRIORIZACIÓN PROBLEMÁTICA DE LA CUENCA	41
3.8.1	Análisis integral de la problemática	41
3.8.2	Factores generadores de problemas ecológicos y ambientales en la cuenca Alta del Rio Bañado	42
3.8.3	Análisis final de la problemática.....	44
3.8.4	Descripción de resultados de las encuestas	46
	CAPÍTULO IV.....	52
4	PROPUESTA	52
4.1	Descripción.....	52
4.2	Estrategia y Actividades.....	53
4.2.1	ESTRATEGIA SOCIAL	53
4.2.2	ESTRATEGIA FÍSICO.....	57
4.2.3	ESTRATEGIA BIOLÓGICO	61
4.2.4	ESTRATEGIA INSTITUCIONAL.....	64
	CAPÍTULO V.....	68

5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
5.1	Conclusiones	68
5.2	Recomendaciones	69
	BIBLIOGRAFÍA	71
	ANEXOS	74

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: AMENAZAS A LAS FUENTES DE AGUA Y ZONAS DE RECARGA CAUSAS EFECTOS Y MITIGACIÓN	21
Cuadro 2: UBICACIÓN ADMINISTRATIVA	28
Cuadro 3: UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	29
Cuadro 4: ACCESO CAMINERO Y DISTANCIA	30
Cuadro 5: SUPERFICIE DE LA CUENCA	31
Cuadro 6: LIMITES DE LA CUENCA DE INTERVENCION	32
Cuadro 7: POBLACIÓN	33
Cuadro 8: MIGRACIÓN TEMPORAL	33
Cuadro 9: MIGRACIÓN DEFINITIVA	34
Cuadro 10: IDIOMAS	34
Cuadro 11: FUENTES DE AGUAS Y USOS.....	37
Cuadro 12: COBERTURA EN LA CUENCA ALTA DEL RIO BAÑADO	38
Cuadro 13: PRECIPITACIONES MAXIMA EN 24 HORAS, MEDIAS MENSUALES Y MEDIAS ANUALES (MM)	39
Cuadro 14: TEMPERATURAS (0C).	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: PROCESO DE GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA	1
Figura 2: LA CUENCA HIDROGRÁFICA COMO SISTEMA.....	10
Figura 3: FASES DEL CICLO HIDROLÓGICO.....	11
Figura 4: ÁREAS CLAVES DE CAMBIO EN LA GIRH.....	12
Figura 5: LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO.....	13
Figura 6: NIVELES DE ORGANIZACIÓN	36
Figura 7: USO ACTUAL DE LAS FUENTES DE AGUA	46
Figura 8: COMPORTAMIENTO DE LAS FUENTES DE AGUA.....	46
Figura 9: COMPORTAMIENTO DE LAS FUENTES DE AGUA EN RELACIÓN A SU CAUDAL.....	47
Figura 10: CONSERVACIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA.....	47
Figura 11: ACUERDO O DESACUERDO DEL CERRAMIENTO DE LAS FUENTES DE AGUA	48
Figura 12: GRADO DE CONOCIMIENTO SOBRE UN ÁREA DE RECARGA HÍDRICA	48
Figura 13: ACTIVIDAD ECONÓMICA EN LAS ÁREAS DE RECARGA HÍDRICA	49
Figura 14: TIPO DE EXPLOTACIÓN GANADERA EN EL ÁREA DE RECARGA HÍDRICA.....	49
Figura 15: PRACTICA DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS EN LAS ÁREAS DE RECARGA HÍDRICA	50
Figura 16: TOPOGRAFÍA DE LAS ÁREAS DE RECARGA HÍDRICA	50
Figura 17: TEXTURA DE LOS SUELOS DEL ÁREA DE RECARGA HÍDRICA	51

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: PRINCIPALES PROBLEMÁTICA EN LA CUENCA.....	41
Gráfico 2: ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA INTEGRAL.....	42
Gráfico 3: FACTORES GENERADORES DE PROBLEMAS ECOLÓGICOS Y AMBIENTALES EN LA MICROCUENCA ALTA DEL RIO BAÑADO	43
Gráfico 4: ANÁLISIS FINAL DE LA PROBLEMÁTICA MEDIANTE EL ÁRBOL DE PROBLEMAS.....	45

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1: UBICACIÓN DE LAS COMUNIDADES	29
Mapa 2: MAPA HIDROGRÁFICA CUENCA ALTA DEL RIO BAÑADO.....	31

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

La existencia de una amplia variedad de ecosistemas en el país, constituye la base de una oferta natural en materia de bienes y servicios. Esta riqueza en materia de recursos naturales, combinada con sus características socioeconómicas define oportunidades de desarrollo para el bienestar de su población. No obstante, para el uso de estos bienes y servicios, no siempre se han considerado los criterios de sostenibilidad.

A nivel Bolivia no existe mucha información o fuentes de verificación, en la gestión del recurso hídrico, inventario de fuentes de agua, estado de las diferentes fuentes o manantiales, como así también el estado situacional de las áreas de recarga hídrica.

La gestión del territorio vinculado al agua, sostiene que un uso y aprovechamiento sostenible del agua en cuencas requiere del manejo, la **protección** y conservación **de las fuentes de agua y sus zonas de recarga hídrica**, de manera que se mejore la calidad, continuidad y eventualmente la cantidad, lo cual requiere de acciones que incrementen el acceso y mejoren la captación (siembra y cosecha del agua), para ser distribuir el agua con equidad, sea ésta para la producción, consumo humano o animal, buscando consolidar buenas prácticas que mejoren y promuevan el uso eficiente del agua a través de riego tecnificado u otras tecnologías.

Figura 1: PROCESO DE GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA



Fuente: HELVETAS Swiss Intercooperation, 2014.

A nivel departamental las experiencias más resaltantes en relación con el acceso y aprovechamiento sostenible y equitativo del agua se refieren a la gestión, manejo y protección de áreas de recarga hídrica (acuíferos) y fuentes de agua denominadas: **ARENA** (Áreas de Reserva Natural de Agua), **APSA** (Área Protección y Siembra de Fuentes de Agua), **ARA** (Acuerdos Recíprocos por el Agua), **REPANA** (Reserva de Patrimonio Natural del Agua) y cerramientos de áreas de recarga en combinación con otras prácticas.

En este contexto general, las zonas de recarga hídrica y el proceso mismo de recarga de las aguas subterráneas son cada vez más importantes, estratégicamente, como alternativa para atender la demanda del recurso. Sin embargo, muchas de las prácticas que realiza el ser humano en actividades como la agricultura, la ganadería, la producción forestal, el desarrollo urbanístico, la industria, etc. alteran las características de las zonas de recarga hídrica, e interfieren con la infiltración del agua, al compactar, al impermeabilizar y/o dejar descubierto el suelo, favoreciendo de esta manera la escorrentía, que influyen directamente en una acelerada reducción de la disponibilidad de aguas de las fuentes.

En cuanto a las fuentes de agua es importante identificar las áreas de recargas hídrica para conservalos, pero nos encontramos con el desconocemos preciso de los sitios o áreas por donde mayormente se está realizando la recarga hídrica, por la falta de formación técnica o equipos que faciliten de una forma práctica su identificación, lo que dificulta que se les brinde un mejor uso y protección. (HELVETAS Swiss Intercooperation, 2014).

Los recursos hídricos es el elemento natural importante para producción agropecuaria, consumo doméstico y animal dentro la microcuenca Alta del Río Bañado, sin embargo, tras los años de explotación agrícola y ganadera, tala de árboles, los niveles de agua en sus diferentes fuentes bajo considerablemente, provocando la escasez del agua.

Por los factores del cambio climático de igual manera influye en los periodos de precipitación, largos periodos de estiaje, provocando problemas económicos en los pobladores.

Es en este contexto donde las fuentes de agua son claves para proporcionar agua para el riego y consumo doméstico, y actualmente están degradadas o en proceso de deterioro de las diferentes fuentes de agua de la cuenca.

1.2 Justificación

El agua representa la posibilidad de vida de todo ser vivo de cualquier parte del planeta, ningún otro elemento es considerado tan vital como éste y su escasez (poca disponibilidad) causa problemas directos en la producción agropecuaria y otros sectores, la salud de las familias se pone en riesgo y afecta a la sociedad en su conjunto generando migraciones y conflictos sociales por la competencia en la obtención de este recurso, es común ya encontrar conflictos sociales por la escasez del recurso hídrico en nuestro país.

Por parte menciona que el agua es el gran tema del siglo XXI, es nuestro futuro común Juntos, sociedades y gobiernos del mundo debemos impulsar acciones decididas que nos permitan preservar y garantizar este capital natural. “El agua es un asunto de seguridad y de sobrevivencia para todas las naciones y solamente podrá ser abordado y resuelto en una lógica global. (Maza C, 2012).

Los esfuerzos, avances, experiencias y lecciones aprendidas sobre manejo de cuencas en Bolivia son importantes y muy variados, pero la problemática es muy compleja y queda mucho por hacer; pareciera que la velocidad de degradación es mucho más rápida y de mayor magnitud que las actividades para lograr la reducción, recuperación, rehabilitación y conservación de los recursos naturales en las cuencas hidrográficas.

Situación por la cual, en las zonas altas y media de la cuenca son las que más nos interesa conservar y manejar, a fin de mantener bajo control sus características físicas (suelo) de permeabilidad e infiltración, ya que estas afectan la magnitud de la recarga y a floración de las fuentes de agua, así como la generación de contaminantes que se puedan infiltrar a los acuíferos y afectar la calidad de sus aguas.

El trabajo de grado en la cuenca, nos permitirá obtener niveles de conocimiento, estado y grado de conservación y protección de las áreas de recarga hídrica de las fuentes de agua de la cuenca.

Además, conocer las causas importantes que determinan la degradación de las áreas de recarga hídrica y proponer medidas de protección conservación y restauración de las áreas de recarga hídricas, para ello se debe trabajar con los habitantes de estas áreas, con el fin de generar conocimiento, conciencia y alternativas de uso, manejo, conservación de las fuentes de agua.

1.3 Objetivo General

Elaborar medidas de mitigación ambiental, según los factores en las áreas de recarga hídrica para conservar el caudal de las fuentes de agua en diferentes usos en la cuenca Alta del Río Bañado del municipio de Monteagudo.

1.4 Objetivos Específicos

- Identificar el grado de conocimiento de los pobladores sobre el concepto áreas de recarga hídrica.
- Identificar las causas más importantes que aceleran el deterioro de las áreas de recarga hídrica que determinan la cantidad del caudal de las fuentes de agua.
- Determinar propuestas de medidas de protección, conservación y restauración de las áreas de recarga hídrica.

1.5 Metodología

El tipo de investigación para la presente monografía corresponde al enfoque Cualitativo Cuantitativo y del tipo descriptiva y aplicada concluyendo la misma con una propuesta, buscando la transformación de la problemática abordada y proponiendo a partir del objetivo del estudio una propuesta que oriente a diagnosticar los factores en las áreas de recarga hídrica que determinan la cantidad del caudal de las fuentes de agua en la microcuenca Alta del Río Bañado, municipio de Monteagudo. Para la elaboración de la monografía se utilizaron los siguientes métodos:

1.5.1 Métodos de investigación

1.5.1.1 Métodos teóricos y bibliográfico

Es el estudio de los hechos y fenómenos en las fuentes bibliográficas. Extendiéndose por fuente bibliográfica a toda clase de material escrito y gráfico: libros, revistas, diccionarios, enciclopedias, periódicos, mapas, fotografías, etc.

1.5.1.2 Método análisis de documentos

El método realiza el estudio y análisis de literatura con contenidos sobre el tema, lo cual contribuyó a conformar la fundamentación teórica del presente trabajo.

- **Método inductivo y deductivo:** Para la elección del tema se recurrió al **método inductivo** para describir una situación en particular, con el fin de proponer la solución más adecuada partiendo de las necesidades del medio para lograr un adecuado diseño.

Para la formulación del problema también se recurrió al **método inductivo** con el fin de solucionar un problema del medio presentando una alternativa de solución que se considere más acertada. En cambio, para la formulación de los objetivos se utilizó el **método deductivo**.

- **Análisis y síntesis:** Descomponiendo el todo en sus partes, permitiendo la división mental del objeto de estudio, relacionando sus diferentes componentes, y la unión entre las partes previamente analizadas a lo largo de todas las etapas del proceso de investigación, principalmente durante la interpretación de resultados del diagnóstico y la consecuente elaboración de conclusiones". fue de extrema necesidad utilizar los citados métodos y que definieron la agenda del presente trabajo, al seleccionar lo más importante e imprescindible en información escrita y oral.

1.5.1.3 Método de Sistematización

Este permitió organizar la totalidad del conocimiento, sus correspondientes interrelaciones, integrando presupuestos teóricos a partir de la revisión análisis documental relacionados.

- **Indagaciones Empíricas:** La encuesta, a partir de un cuestionario previamente elaborado con preguntas cerradas y abiertas se aplicó para obtener información de fuente directa y se procedió a las siguientes actividades que son:

1.5.1.4 Muestreo y Recolección de Datos

Muestreo: El tamaño de muestra se realizado utilizando la ecuación matemática de Murray y Larry (2005), que de los 124 jefes de familia se debe encuestar a 25 personas, a un nivel de confianza de 95%. Está en la ecuación y los cálculos que se ha realizado para el propósito.

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * N * p * q}{i^2(N-1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} = 24$$

Dónde:

n = Tamaño de muestra?

N = Total de población (390) = número de familias 78

Z α 2 = 1.96 (ya que la seguridad es del 95%)

p = proporción esperada (en este caso $5\% = 0.05$)

$q = 1 - p$ (en este caso $1 - 0.05 = 0.95$)

i = precisión o error que se prevé cometer al 10% , $i = 0.1$

Recolección de datos en campo: La recolección de datos de campo se la trabajo con la formulación de dos encuestas, con preguntas cerradas y abiertas, las cuales fueron diseñadas para alcanzar y contribuir los objetivos planteados, en base a dos directrices:

- Uso actual de las fuentes de agua en la cuenca.
- Causas del deterioro de las áreas de recarga hídrica.

1.5.2 Herramientas utilizadas

En base a la herramienta utilizada como es la encuesta, se realizó la aplicación de las encuestas a un miembro de la familia que representa autoridad y que cuenten con fuentes de agua en sus respectivas propiedades de cada familia, posterior mente se procedió a sistematizar las encuestas.

Las planillas de campo utilizado para la recolección de datos fueron las siguientes planillas, (Ver **anexo N.º 7**).

1.5.3 Procedimiento metodológico

El procedimiento metodológico de la investigación se realizó mediante tres fases para desarrollar el diagnóstico para la determinación de medidas de mitigación ambiental en fuentes de agua en la cuenca Alta del Río Bañado del municipio de Monteagudo.

Se realizó a través de procesos participativos de desarrollo local y con base a información secundaria en la cual se involucraron los actores clave ente ellos las Comunidades Organizaciones Territoriales de Base OTBs, y Autoridades (Dirigentes) y familias que tenga incidencia en la cuenca a través de encuestas para recabar información sobre características, potencialidades, interacciones, problemas, causas, consecuencias para conocer el estado de la cuenca y posibles soluciones a los problemas identificados.

1.5.3.1 Primera fase gabinete inicial

- Esta primera fase consiste en recabar toda la información primaria y secundaria lo cual nos permite analizar y dimensionar los alcances de la investigación, como también elaborar las encuestas para su posterior aplicación a las familias de la cuenca Alta del Río Bañado.

- Identificación de actores clave para la generación de información: se identificaron los actores clave de la cuenca a objeto de planificar y coordinar las actividades a realizar en las fuentes de agua.

1.5.3.2 Segunda fase de campo

- Recorridos de campo se realizó un reconocimiento de las comunidades y del área de la cuenca donde se realizó la aplicación de las encuestas familiares que habitan la cuenca.
- Aplicación de las encuestas a familias y autoridades que cuentan con fuentes de agua en la cuenca.

1.5.3.3 Tercera fase gabinete final

- Análisis de información suministrada por actores clave se ordenó la información recolectada como ser la sistematización, tabulación de las encuestas y a partir de esto se procedió a su análisis para la elaboración del trabajo de investigación.
- Posteriormente se presentó para su revisión, aprobación y defensa final del trabajo de investigación.

1.5.4 Límites y alcance de la investigación

Como efecto del cambio climático, se manifiesta en la actualidad con variaciones climáticas regionalizadas con diferentes grados de intensidad, identificándose en la cuenca Alta del Rio Bañado, periodos largos de estiaje o sequia causando que las vertientes de agua disminuyan su caudal y en muchos casos se sequen, por otra parte las acciones antrópicas del hombre marcadas que contribuyen al problema de la escasez y disminución del caudal de las fuentes de agua en las áreas de recarga hídrica de la cuenca.

1.5.5 Limites

Los límites en la elaboración de la presente monografía son las siguientes:

- Que factores determinan el deterioro de las áreas de recarga hídrica, en la disminución del caudal de las fuentes de agua en la cuenca Alta del Rio Bañado.
- Que acciones antrópicas se realizan en las áreas de recarga hídrica por los pobladores, en los últimos 10 años que causan la disminución del caudal de las fuentes de agua y su contaminación.

1.5.6 Alcances

Los alcances del presente trabajo de monografía se presentan a continuación:

- Protección de las áreas de recarga hídrica en la cuenca Alta del Rio Bañado.
- Determinar las principales causas que aceleran el deterioro de las áreas de recarga hídrica y determinar la cantidad del caudal de las fuentes de agua de la cuenca Alta del Rio Bañado.
- Definir y establecer las propuestas de medidas de protección, conservación y restauración de las áreas de recarga hídrica en la cuenca Alta del Rio Bañado.
- Establecer y trabajar con los habitantes de las áreas de recarga hídrica para generar conocimiento, conciencia y alternativas de uso racional de los recursos naturales y su manejo, conservación y protección de las fuentes.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Definición de una cuenca hidrográfica

La naturaleza es una unidad indivisible, en donde los elementos naturales, el suelo, el agua, la vegetación, la fauna, el clima y el hombre, se encuentran íntimamente relacionados. Todos estos elementos, incluido el hombre con sus valores, su cultura, sus costumbres, su propia historia y las características de la sociedad, están íntimamente correlacionadas y afectan directa o indirectamente el comportamiento de la naturaleza.

Una cuenca hidrográfica es una unidad morfológica integral, que se define en un territorio donde las aguas superficiales convergen hacia un cauce o unidad natural delimitada por la existencia de la divisoria de las aguas, las cuales fluyen al mar a través de una red de cauces principales. En una cuenca hidrológica, además se incluye toda la estructura hidrogeológica subterránea del acuífero como un todo, conformando un sistema integral, constituyendo un conjunto de componentes que están conectados e interactúan formando una unidad.

En síntesis, las cuencas hidrográficas son unidades físicas que sirven como marco práctico objetivo para la planificación y gestión del desarrollo sustentable, donde la disponibilidad de recursos hídrico, biológico y edáfico en una cuenca hidrográfica depende de:

- La tendencia dinámica de funcionamiento espacio-temporal.
- La influencia de tratamientos integrados de producción y protección regionales, según elementos sociales y económicos.
- El grado de alteración ambiental y/o social.

2.2 Comportamiento de una cuenca hidrográfica

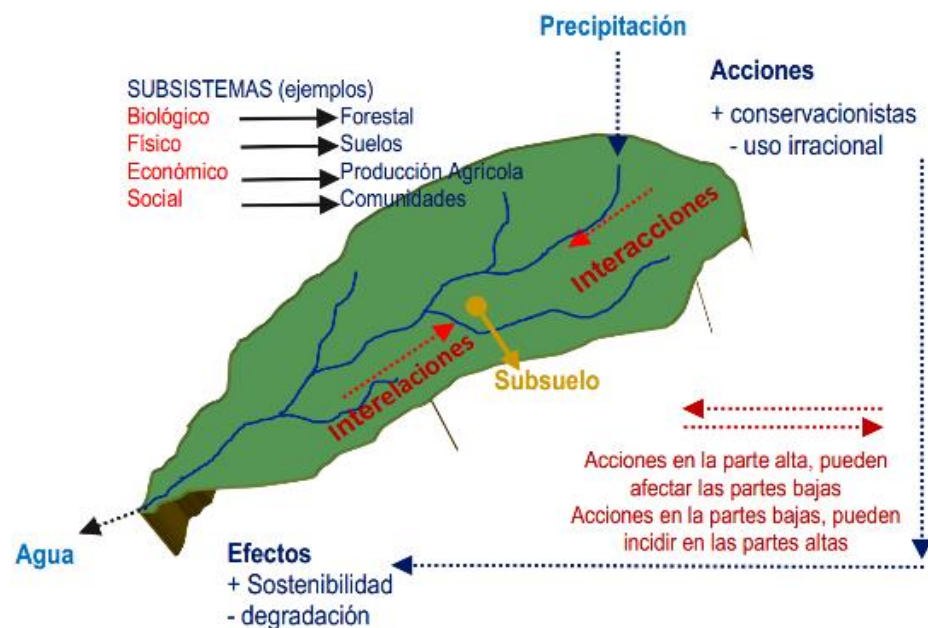
La hidrología es la ciencia que estudia el recurso agua, en cuanto a existencia, distribución, propiedades físicas y químicas, influencia sobre el medio ambiente y relación con los seres vivos.

El entendimiento de la hidrología es importante debido a que se sitúa en cuencas hidrográficas que abastecen agua para diferentes usos del suelo o consumo humano y por tanto la calidad y la cantidad del rendimiento hídrico se vuelve crítico. La cuenca es un "sistema continuo" de clima, suelos, cobertura vegetal, hábitats, red de

drenaje, sistemas de producción y presencia humana a lo largo de su pendiente, que interactúa en el espacio y tiempo. La conjunción de estos factores permite identificar al colchón hídrico o sistema hidro-edáfico, que cumple un rol básico para el continuo funcionamiento del sistema, las cuencas hidrográficas se clasifican en diversas funciones. (Bernex, 2003-2006).

- **Hidrológica:** captar agua de las diferentes fuentes de precipitación para formar el escurrimiento de manantiales, ríos y arroyos, almacenamiento del agua en sus diferentes formas y tiempos de duración y al mismo tiempo genera descarga del agua como escurrimiento.
- **Ecológica:** proveer de hábitat para la flora y fauna constituyendo los elementos biológicos del ecosistema y manteniendo interacciones entre las características físicas y biológicas del agua.
- **Ambiental:** regular la recarga hídrica y los ciclos biogeoquímicos, conservar la biodiversidad, constituir sumideros de CO₂, albergar bancos de germoplasma, mantener la integridad y la diversidad de los suelos.
- **Socioeconómica:** suministrar recursos naturales para el desarrollo de actividades productivas que dan sustento a la población y proveer de un espacio para el desarrollo social y cultural.

Figura 2: LA CUENCA HIDROGRÁFICA COMO SISTEMA



Fuente: Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas Catie, 2011.

2.3 El ciclo hidrológico

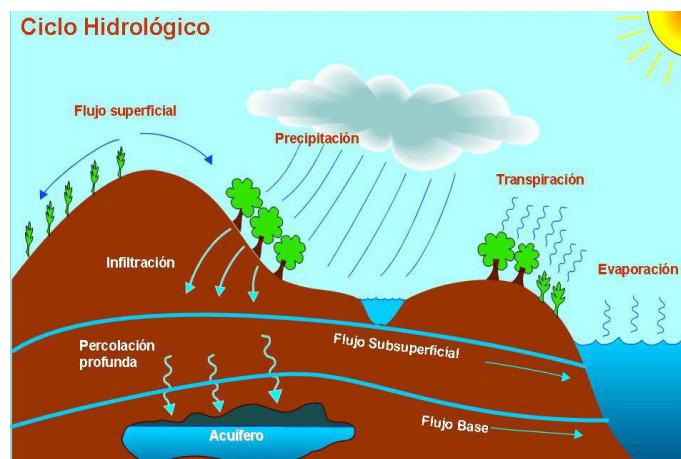
En la tierra el agua existe en un espacio llamado hidrosfera que se extiende desde unos 15 km arriba en la atmosfera hasta un kilómetro por debajo de la litosfera o corteza terrestre. El ciclo del agua, se da en forma constante entre la atmosfera y la tierra, pasando por los ecosistemas (vegetación, animales y suelo) y por la corteza terrestre a los océanos para luego regresar a la atmosfera. En resumen, el ciclo hidrológico es el movimiento general del agua que asciende por evaporación y desciende por medio de la precipitación, para después ser parte de la escorrentía superficial. (Chow, 1994).

El funcionamiento de una cuenca se basa en los principios del ciclo del agua y sus relaciones con el suelo, la cobertura y uso de la vegetación, la topografía y el agua, en tiempo y espacio. Debido a ello, al estudiar una cuenca hidrográfica se analiza y trata de describir el comportamiento del agua superficial, el conocimiento particular del movimiento del agua en una cuenca permite organizar, ordenar y planificar la misma.

La fuente principal de agua que alimenta el ciclo hidrológico de una cuenca es la precipitación, la cantidad de precipitación que se infiltra en el suelo depende de varios factores: la cantidad y la intensidad de la precipitación, la condición física del suelo, la inclinación del terreno y la presencia de vegetación.

Del agua infiltrada, una parte es absorbida por las plantas y posteriormente es transpirada casi en su totalidad hacia la atmosfera, igualmente otra parte es extraída del suelo para evaporarse. La evaporación del agua en el suelo y la transpiración ejercida por las plantas, conforman lo que se conoce como evapotranspiración. (Aparicio, 1989).

Figura 3: FASES DEL CICLO HIDROLÓGICO



Fuente: Tesis Magister Scientiae en Manejo de Recursos Naturales con Mención en Gestión Ambiental. (Blanco Rojas,2001).

2.4 Balance hidrológico

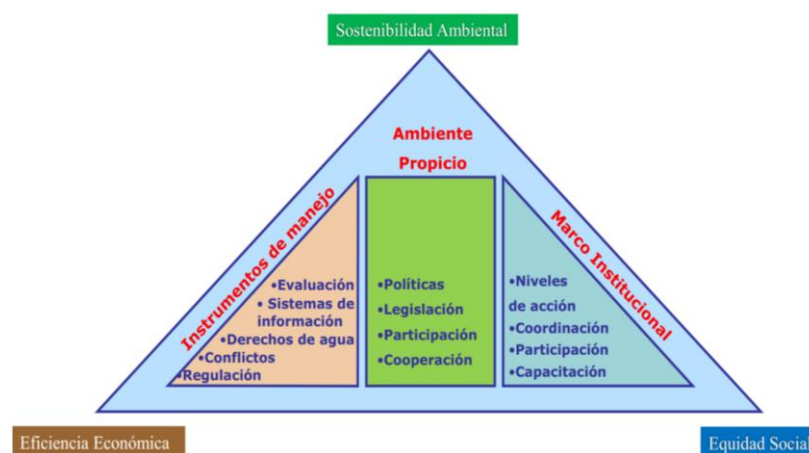
El concepto de balance hídrico es una representación teórica de los intercambios de agua entre las plantas, el suelo y la atmosfera, permitiendo hacer una cuantificación del recurso hídrico a diferente escala, ya sea una parcela, finca, cuenca o región, considerando las modificaciones del mismo por influencia de las actividades del ser humano en general, el balance hidrológico ayuda a determinar la disponibilidad de agua en el tiempo y espacio, se utiliza para identificar el conflicto de déficit de agua ante la necesidad que tiene el ser humano de utilizarla. (Sadoff, C.; Muller, m. 2010).

2.5 Gestión integral de recursos hídricos

El concepto de gestión integral de recursos hídricos sostenibles esta desarrollado por tres aspectos fundamentales el **aspecto social, el económico y el ambiental**, un concepto ampliamente difundido, en una cuenca hidrográfica interactúan una serie de ecosistemas naturales, cuyo grado de complejidad aumenta en relación directa con el tamaño de la cuenca.

Estos ecosistemas tienen elementos como el aire, el clima, el suelo, el subsuelo, el agua, la vegetación, la fauna, el paisaje, los cuales, en conjunto, conforman lo que se denomina la oferta de bienes y servicios ambientales, o base natural de sustentación, oferta que es necesario conocer, para lograr una utilización sostenible de la misma.

Figura 4: ÁREAS CLAVES DE CAMBIO EN LA GIRH



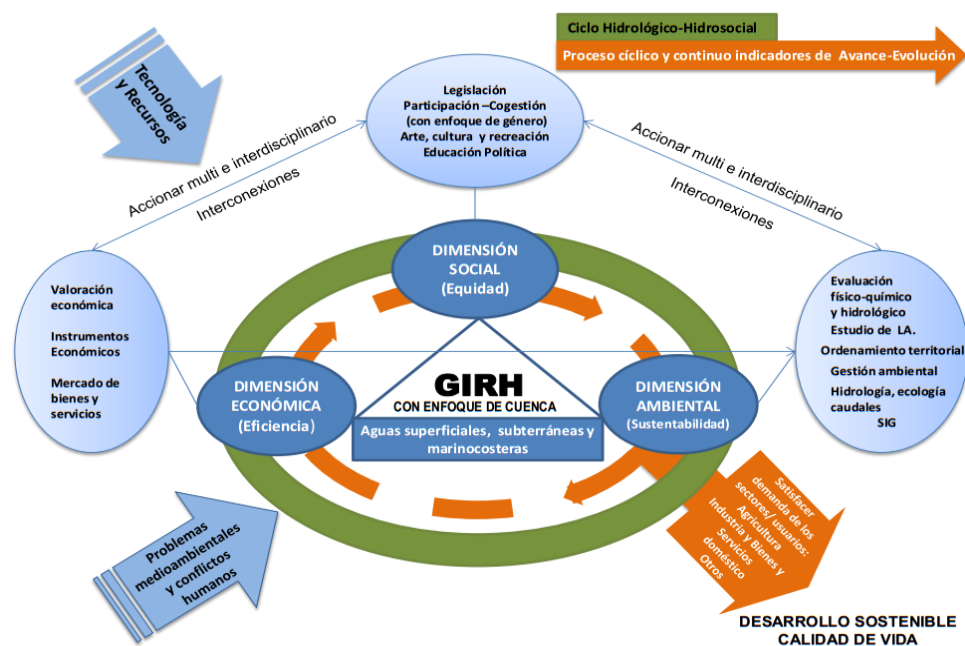
Fuente: <http://gsagua.com/principal/areas-clave-de-cambio-en-la-gestion-integrada-de-losrecursos-hidricos/>.

La Gestión Integrada de Recurso Hídrico (GIRH) es un proceso que promueve el desarrollo y gestión coordinados del agua, la tierra y los recursos asociados, para

maximizar el resultante bienestar económico y social de manera equitativa sin comprometer la sostenibilidad de ecosistemas vitales.

La GIRH tiene como base biofísica el **ciclo hidrológico** natural del sistema, pero incorpora el elemento antropogénico, convirtiéndolo en **Ciclo Hidrosocial**, (se refiere al proceso que se da en el uso del agua, desde que se capta para las actividades humanas hasta que se dispone en el océano). Bajo esta premisa, la GIRH alcanza una **dimensión social, ambiental y económica**, la cual, en la práctica, interactúa con diversas áreas del conocimiento para generar conocimientos y cumplir con los objetivos propuestos. Aprovecha la **tecnología y los recursos** (financieros, humanos, infraestructura, otros) disponibles para avanzar a hacia la gestión integral y sostenible.

Figura 5: LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO



Fuente: Diplomado de GIRH, CATHALAC. <http://hidrico.webnode.es/products/girh/>.

2.6 Gestión de riesgos

Se complementa lo anteriormente indicado con la Gestión de Riesgos, conceptualizada como el enfoque y la práctica sistemática de gestionar la incertidumbre para minimizar los daños y las pérdidas potenciales (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas, 2009), la gestión del riesgo abarca la evaluación y el análisis del riesgo, al igual que la ejecución de estrategias y de acciones específicas para controlar reducir y transferir el riesgo.

Esta es una práctica generalizada de diversas organizaciones para minimizar el riesgo en las decisiones de inversión y para abordar riesgos operativos, tales como la interrupción de los negocios, las fallas en la producción, el daño ambiental, los impactos sociales y los daños como consecuencia de los incendios y de las amenazas naturales. La gestión del riesgo es un tema fundamental para sectores tales como el suministro de agua y de energía, al igual que para la agricultura, cuya producción resulta afectada directa o indirectamente por episodios meteorológicos y climáticos extremos.

2.7 Agua superficial y subsuperficial

Gran parte del agua que cae al suelo durante la primera parte de un aguacero, es depositada en la cobertura vegetal como intercepción y en las depresiones del terreno como almacenamiento superficial, aquella parte de la precipitación que no aparece como infiltración o como escorrentía superficial durante la tormenta o inmediatamente después de la misma, constituye la retención superficial. (Davie, 2002).

Debido a la compactación causada por actividades humanas, o a capas de arcilla o roca sólida presente de manera natural, al agua superficial no alcanza la zona freática y comienza a correr por debajo de la superficie terrestre hasta alcanzar manantiales y cauces de agua superficial. (Trimble, 2004).

2.8 Características del suelo

Las plantas por medio de las raíces absorben el agua del suelo. La cantidad de agua contenida en el suelo y su absorción por medio de la planta dependen mucho de algunas características de ese suelo, por lo que resulta necesario conocerlas. (Maidment, 1992).

- **La porosidad:** El suelo está constituido por partículas sólidas de distinto tamaño que dejan entre sí unos espacios o poros ocupados por aire y agua. Por lo general, el aire ocupa una gran parte del espacio de los poros grandes, mientras que el agua ocupa poros más pequeños. El volumen de estos espacios suele oscilar entre el 40 y el 60% del volumen total del suelo. La porosidad es la relación entre el volumen de espacios y el volumen total del suelo que lo contiene y esta depende de un gran número de factores, entre ellos la naturaleza físico química del suelo, granulometría de sus componentes, grado de cementación o compactación y efectos de disolución, meteorización y figuración. (Vogel, A.; Rojas, J & Sallo, C. 2005).

- **La textura:** Es la proporción que tiene el suelo de arena, limo y arcilla. Un suelo franco es aquel que está formado por una mezcla de estos tres elementos en proporciones equilibradas, es decir no predomina una partícula sobre la otra.
- **La estructura:** Es la forma como se unen las partículas de arena, limo y arcilla en el suelo. Un suelo con buena estructura contiene abundancia de poros grandes y pequeños, con lo cual el agua, aire y las raíces se mueven libremente, permitiendo que una apreciable cantidad de agua quede retenida en las partículas sólidas.
- **La profundidad:** Es la parte del suelo explorada por las raíces que varía cuando existen capas permeables o impermeables. Es el espacio en el perfil del suelo, donde las plantas pueden extraer agua.

2.9 Cantidad de agua en el suelo según la vegetación

Para conocer la relación que existe entre la cantidad de agua en el suelo y el tipo de vegetación, primeramente, se deben conocer los conceptos de evaporación, transpiración y evapotranspiración. La evaporación es una etapa permanente del ciclo hidrológico que se da en toda superficie o espacio húmedo. Como fenómeno físico, la evaporación es el paso del estado líquido al estado gaseoso, sin embargo, hay otra evaporación que es provocada por la actividad fisiológica de las plantas que se conoce como transpiración. Parte de la precipitación es interceptada por la vegetación y es evaporada inmediatamente, por lo tanto, se debe descartar su contribución a la transpiración. Los conceptos de evaporación y transpiración, conforman la evapotranspiración. (Marcos J. Vieira, 2002).

Algunos elementos meteorológicos que afectan la evaporación son: radiación solar, temperatura del aire, presión de vapor, viento y presión atmosférica. De estos, la radiación solar es la más influyente. La evaporación varía con la latitud, época del año, hora del día y condición de nubosidad.

En resumen, los factores que condicionan la evapotranspiración se pueden agrupar de la siguiente forma.

- **Condiciones dependientes del suelo:** En suelos con capacidad para retener gran cantidad de agua, la evapotranspiración es más intensa que en los suelos que presentan menormente esa propiedad.

- Naturaleza de la vegetación: Las plantas que tienen muchas hojas como es el caso del bosque denso, transpiran más cantidad de agua que aquellas otras que tienen menor cantidad de follaje.
- La fase vegetativa en que se encuentra el cultivo: La evapotranspiración varía a lo largo del ciclo vegetativo. En las plantas poco desarrolladas la mayor parte del agua se pierde por evaporación en el suelo, pero a medida que el cultivo se desarrolla, aumenta la transpiración y disminuye la evaporación, esto debido a que aumenta el volumen de follaje y este sombrea la superficie del suelo.
- Condiciones meteorológicas: La insolación fuerte, las temperaturas elevadas, la sequedad del ambiente y el viento, son condiciones meteorológicas que favorecen la evapotranspiración. Según Custodio y Llamas (1983), la transpiración es el proceso en el cual las plantas son capaces de formar su propia materia a base de las sustancias que toman del aire y del suelo. La planta absorbe por las raíces el agua y las sales minerales y por las hojas toma el anhídrido carbónico del aire. Para que la planta se desarrolle normalmente debe existir equilibrio entre el agua absorbida por las raíces y el agua transpirada por las hojas.

El tipo de planta es un factor importante en el control de la transpiración, cuando la humedad del suelo es limitada. Cuando se secan las capas superiores del suelo, las especies con raíces poco profundas no pueden obtener agua y se marchitan, mientras que en las especies con raíces profundas continúan transpirando hasta que la humedad del suelo se reduce y se alcanza el punto de marchitez permanente.

2.10 Áreas de recarga hídrica

Se denomina recarga hídrica al proceso por el que se incorpora a un acuífero agua procedente del exterior del mismo, igualmente se llama recarga al volumen de agua que penetra en el acuífero durante un intervalo de tiempo dado.

A las capas subterráneas, los acuíferos se llenan de agua debido a la precipitación fluvial que se infiltra a través del suelo y las rocas, este es el proceso conocido como recarga natural. Cualquier superficie del suelo que deja pasar el agua hasta que esta llega a un manto freático se denomina área o superficie de recarga hídrica.

El agua subterránea va desde el área de recarga, atraviesa un manto freático y llega a un área de descarga, como parte del ciclo hidrológico. Las áreas de descarga se dan cuando un acuífero alcanza la superficie de la tierra, generando así, manantiales, lagos y corrientes fluviales. (Davie, 2002).

En términos generales, se denomina recarga hídrica al proceso por el que se incorpora a un acuífero agua procedente del exterior del contorno que lo limita. Son varias las procedencias de esa recarga, desde la infiltración de la lluvia y las aguas superficiales, hasta la transferencia de agua desde otro acuífero, si el mismo es externo al acuífero de interés.

2.11 Metodologías para determinar áreas de recarga hídrica

Existen varios métodos que consideran únicamente variables biofísicas superficiales para determinar la recarga potencial de los acuíferos, entre ellos: Balance Hídrico de Thornthwaite, Balance Hídrico de un Ecosistema de Holdridge, Método para Determinar la Recarga de Agua Subterránea (RAS), Metodología para la Determinación de Áreas de Recarga Hídrica Natural (DARHN) y el Cálculo de Recarga Potencial de Acuíferos mediante un Balance Hídrico de Suelos, definido por el autor Gunther Schosinsky. De los anteriores, el método de Thornthwaite se ha aplicado en mayor medida para encontrar soluciones de índole agronómica e hidráulica y aunque puede ser efectivo en determinar la recarga potencial de los acuíferos, Thornthwaite no considera tanta información que podría dar respaldo a resultados más valederos.

Por tanto, el método de Schosinsky, es el más apto para determinar áreas de recarga hídrica, pues además de ser el más reciente y actualizado (Año 2006), considera más variables biofísicas cuantitativas, algunas de las cuales deben obtenerse mediante trabajo de campo y análisis de laboratorio. En este método, Schosinsky considera información superficial sobre precipitación, evapotranspiración, infiltración básica (f_c), humedad del suelo inicial (H_{si}), retención de humedad del suelo (capacidad de campo y punto de marchitez permanente) y densidad aparente (ρ_a). También es necesaria la información referente a la interceptación de lluvia según cobertura vegetal, la profundidad de las raíces y el coeficiente de infiltración (C_i), que está compuesto por los coeficientes de pendiente (K_p), cobertura vegetal (K_v) y textura del suelo (K_{fc}).

El C_i sugerido por Schosinsky está referido en el Manual de Instrucciones de Estudios Hidrológicos, realizado por las Naciones Unidas en colaboración con los países Centroamericanos, por lo tanto, este método es recomendado para ejecutarse en cualquiera de los países del istmo. Schosinsky creó una ecuación en una hoja de cálculo electrónica que integra y relaciona la información para determinar la cantidad de lluvia con potencial para recargar los acuíferos.

Los resultados del método de Schosinsky no se limitan únicamente a la recarga potencial de un acuífero y mediante una serie de ecuaciones se integran todas las

variables que pueden afectar el balance hídrico de suelos, dando más amplitud y realidad al análisis, discusión y conclusiones de la investigación. Al igual que en los métodos antes mencionados, en este se determinan únicamente variables biofísicas con el fin de obtener resultados muy cercanos a la realidad, reducir costos de investigación y hacer posible la réplica sencilla en otras áreas de estudio.

2.12 Manejo áreas de recarga hídrica

El conocimiento de las áreas más importantes de recarga hídrica, es un elemento fundamental para optar por su manejo, ya sea para evaluar los recursos explotables, conocer el eventual grado de sobreexplotación que sufre o adecuar las actuaciones sobre las mismas para su uso sostenible.

Si se considera al acuífero como un sistema regulador de entradas y salidas de agua, una disminución de las reservas hará que disminuyan las garantías de suministro ante situaciones extraordinarias como puede ser una sequía prolongada. El efecto más directo de la sobreexplotación, es el empeoramiento de la calidad química de las aguas subterráneas, a causa de los siguientes factores. (Montes, 2000).

- Menos disolución de las aguas antiguas almacenadas en el acuífero, con las nuevas de la recarga anual, lo que favorece la concentración de sales.
- Salinización de los pozos por el avance de las aguas marinas tierra adentro, al alterarse el equilibrio entre el agua dulce y el agua salada.
- Recarga de aguas contaminadas desde los ríos a los acuíferos, ya que los ríos pasan de ser efluentes a ser influentes.
- Recarga de las aguas diluidas con lixiviación de sustancias contaminantes situadas sobre el acuífero.

Las actividades económicas deben considerar técnicas de producción tendientes a proteger y conservar el recurso hídrico subterráneo y superficial, las áreas de recarga hídrica deben ser protegidas por la legislación, la institucionalidad y los representantes civiles quienes utilizan el recurso hídrico para su beneficio. (UNESCO, 2012).

2.13 Uso sostenible de fuentes de agua

La sostenibilidad de una fuente, manantial, ojo de agua o nacimiento, como es más conocido en la zona rural salvadoreña, es el afloramiento natural del agua de la capa freática en un punto de la superficie del terreno donde se encuentra las fuentes de aguas permanentes y temporales, desde el punto de vista del aprovechamiento, las fuentes permanentes presentan mayor potencial, tanto para el consumo humano como para las

actividades de producción (agricultura bajo riego, producción animal, ecoturismo, etc.), como también la cantidad, la calidad del agua es muy importante.

A este factor están estrechamente relacionados aspectos fundamentales para la sostenibilidad, como la salud humana, la salud animal, la calidad del suelo y de los productos agropecuarios.

Proteger las fuentes, para que éstas puedan tener agua disponible durante todo el año, en mayor cantidad y de mejor calidad, es ofrecer más oportunidades de desarrollo económico y humano a las comunidades y por consiguiente al país.

La protección de fuentes de agua o nacimientos se caracteriza como un conjunto de prácticas que se aplican con el objetivo de mejorar las condiciones de producción de agua, en cantidad y calidad, reducir o eliminar las posibilidades de contaminación y optimizar las condiciones de uso y manejo. Estas prácticas se pueden clasificar en:

- Prácticas en el área de recogimiento de la fuente, con el propósito de aumentar la infiltración de agua en el suelo y recargar la capa freática que la sostiene y evitar la contaminación.
- Prácticas en el área de afloramiento del agua, con el objetivo de mejorar la captación y almacenamiento y eliminar la contaminación local.
- Prácticas de uso y manejo, con el objetivo de evitar los desperdicios y la contaminación, tanto local como aguas abajo.

2.13.1 Prácticas de protección en el área de fuente de agua

Toda fuente presenta un área de recogimiento caracterizada por la superficie de terreno aguas arriba, en la cual el agua lluvia se infiltra y percola a través del perfil de suelo y rocas, manteniendo capas subterráneas saturadas, las cuales alimentan dichas fuentes. Es la “microcuenca” hidrográfica de la fuente de agua.

Tomando en cuenta que no es posible proteger con cobertura boscosa toda el área de recogimiento de una fuente de agua, por innumerables aspectos de orden socioeconómico de los pobladores. las prácticas en dicha área se dividen en dos sectores:

- Área con uso agrícola o pecuario, es recomendable que los productores y productoras allí ubicados adopten prácticas de manejo en sus sistemas de producción que contribuyan a la infiltración del agua en el perfil de suelo y, por ende, reduzcan las pérdidas de agua por escorrentía. Ello permitirá que la tierra

siga siendo utilizada económicamente, con más producción y con mejor mantenimiento de la capa freática.

- Área de protección más cercana a la fuente, ubicada inmediatamente aguas arriba del nacimiento, un terreno de por lo menos 3 ó 4 tareas (1,500 ó 2,000 m²) debe ser mantenido con vegetación boscosa nativa de múltiples estratos. Si las condiciones socioeconómicas y de tenencia de la tierra lo permiten, esta área debe ser más grandes.

2.13.2 Prácticas en el área recogimiento para aumentar la infiltración

- Mantener el terreno con por lo menos 70-75% de cobertura vegetal.
- Eliminar las quemas.
- No remover el suelo.
- Sembrar materiales más productores de biomasa en densidades óptimas de población.
- Sembrar en asociados y relevos para aumentar la producción de biomasa y la cobertura vegetal.
- Manejar adecuadamente la fertilidad del suelo para mantenerlo funcional y saludable.
- Utilizar prácticas agrosilvopastoriles.
- Reciclar la materia orgánica.
- Sembrar mejores especies de pasto y evitar el sobrepastoreo.
- Producir y conservar forrajes para alimentación de animales en el verano.

2.14 Principales problemas y causas que enfrentan las fuentes de agua

La región del FOCARD-APS compuesta por los países de Costa Rica, Belice, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y República Dominicana, se ha visto, y se ve, afectada por diversos fenómenos naturales como el cambio climático por su parte se ha hecho sentir de manera acelerada y contundente teniendo como principal factor de incidencia el AGUA, desde diferentes aspectos y en grandes magnitudes, provocando tanto lluvias extremas, como largos períodos de sequía, lo cual ha generado un aumento de vulnerabilidad en las fuentes de agua y zonas de recarga, no obstante, a este panorama, las actividades antrópicas están sometiendo cada vez a mayor estrés los cuerpos de agua que suplen a los sistemas de abastecimiento, debido al aumento de la demanda y también a las prácticas indiscriminadas que se convierten en focos de contaminación y degradación del recurso. (FOCARD-APS, 2018).

El cuadro siguiente muestra los principales fenómenos naturales, actividades humanas y efectos del cambio climático que afectan a las fuentes de agua y zonas de recarga de los acueductos comunitarios de la región, exponiendo los efectos que provocan.

Cuadro 1: AMENAZAS A LAS FUENTES DE AGUA Y ZONAS DE RECARGA CAUSAS EFECTOS Y MITIGACIÓN

Amenaza	Causa	Efecto	Mitigación
Sequia	Cambio climático	Disminución de caudales disponibles	Reforestación, obras de contención sobre el cauce.
Terremotos	Natural	Modificación de la calidad del agua, cambio del punto de salida de los manantiales, disminución de caudal en acuíferos.	Fuentes alternas de abastecimiento.
Precipitaciones abundantes	Cambio climático	Aumento de la turbidez y sedimentación, arrastre de contaminante, modificación de la calidad del agua.	Mejorar cobertura vegetal, prácticas agrícolas favorables.
Deslizamientos	Natural	Contaminación del agua superficiales.	Creación de barreras naturales y/o artificiales.
Inundaciones	Cambio Climático	Contaminación del agua.	Identificación de zonas inundables, construcción de drenajes naturales

			(zanjas) donde sea posible.
Hacinamiento y asentamientos informales	Antrópica	Sobreexplotación, contaminación.	Ordenamiento territorial, delimitación de cuencas.
Cambio de uso de suelo	Antrópica	Contaminación, modificación de la capacidad de infiltración.	Delimitar zonas para cultivo, regular las construcciones, declara zonas protegidas.
Letrinización	Antrópica	Contaminación.	Regular la construcción de letrinas, capacitar sobre métodos de construcción, propulsar sistemas de saneamiento con otras tecnologías.
Deforestación	Antrópica	Disminución de probabilidad de lluvia, favorece la erosión, disminuye la infiltración.	Prohibición de la tala y quema de árboles.
Agricultura	Antrópica	Contaminación.	Capacitar en cuanto a métodos de agricultura sostenible, delimitar zona de cultivo, utilizar

			fertilizantes no contaminantes.
Ganadería	Antrópica	Contaminación	Delimitar zona para ganadería en lugar alejado de las fuentes o zonas de recarga.
Vertido de desechos	Antrópica	Contaminación	Regular el manejo de desechos sólidos, sancionar vertidos no controlados, capacitar en el manejo de desechos sólidos, proveer lugar seguro para la disposición final de los desechos sólidos.

Fuente: Guía para elaborar e implementar planes modelos para la protección de fuentes y áreas de recarga para operadores comunitarios. (FOCARD-APS, 2018).

2.15 Experiencias locales en la gestión del agua

En Bolivia, la preocupación por la calidad y en especial por la cantidad del agua (disponibilidad) se convirtió en un tema muy relevante. Gobiernos y autoridades locales desarrollan infraestructura hidráulica, pero no proponen ni definen normas o regulaciones ni sistemas de monitoreo y mitigación que contribuya a evitar y/o revertir la contaminación, el desperdicio y su uso inadecuado. (Rodríguez, 2012).

Las poblaciones y en particular las comunidades campesinas, al confrontar niveles importantes de escasez y contaminación del recurso, exigen mayor celeridad de las respuestas que hagan que sus sistemas de producción agropecuaria y ecosistemas sean más resilientes. Muchos de los problemas que existen actualmente en la gestión del agua se deben a fallas en la gobernanza más que a la escasez del agua. En este sentido, la **gobernanza del agua** es “**el conjunto de instituciones formales e informales, a través de las cuales los ciudadanos, organizaciones y diferentes**

grupos de interés, median sus diferencias y ejercen sus derechos y obligaciones en relación al acceso y uso del agua y otros recursos naturales. (Masái, 2011).

La gobernanza del agua al conjunto de sistemas políticos, sociales, económicos y administrativos que regulan el desarrollo y la gestión integral de los recursos hídricos, así como al suministro del agua en los diferentes niveles de la sociedad, por consiguiente, la gobernanza también abarca la forma en que los actores interactúan en los diferentes niveles (desde lo nacional a lo local) y los diversos conjuntos de normas que regulan dicha interacción, sean formales e informales. (Akmouch, 2012).

Integrando los conceptos anteriores se conceptualiza la gobernanza del agua como aquellos procesos y relaciones que determinan ¿Quién ejerce la autoridad sobre la cuenca?, ¿Cómo se toman las decisiones sobre la gestión y el manejo del agua?, ¿Cuáles son las relaciones de poder entre los sectores relacionados?, ¿Cómo y a quien se rinde cuentas? y finalmente ¿Cómo se manejan los con filtros relacionados con el agua en las diferentes escalas de la cuenca? La gobernanza del agua se vincula entonces a la articulación de varios elementos: las normas, los actores, la participación efectiva, la concertación, visiones comunes, la organización, la planificación estratégica multisectorial y la concatenación de planes de diferentes escalas, la construcción de relaciones, la rendición de cuentas, la gestión de con filtros y el control social de las acciones y los mecanismos de incidencia política.

2.15.1 Elementos destacables de las experiencias y su vinculación con la gobernanza, la gestión integral de recursos hídricos y la gestión

Desde el año 2007, el proyecto CONCERTAR promueve la aplicación de un modelo de gestión del territorio que se centra en el aprovechamiento sostenible del agua y otros recursos naturales a nivel supramunicipal con el objetivo que potencien iniciativas productivas bajo un enfoque de Desarrollo Económico Local en un ámbito supramunicipal. En el caso de la gestión del territorio vinculado al agua, sostiene que un uso y aprovechamiento sostenible del agua en cuencas requiere del manejo, la protección y conservación de las fuentes de agua y sus zonas de recarga hídrica, de manera que se mejore la calidad, continuidad y eventualmente la cantidad del recurso (cuenca alta). En segundo lugar, requiere de acciones que incrementen el acceso y mejoren la captación (siembra y cosecha del agua). En tercer lugar, distribuir el agua con equidad, sea ésta para la producción, consumo humano o animal. Finalmente, busca consolidar buenas prácticas que mejoren y promuevan el uso eficiente del agua a través de por ejemplo el riego tecnificado.

2.15.2 Modelo de Gestión

El manejo integral de microcuencas propuesto como “modelo de gestión” por las mancomunidades de Norte de Potosí y la Cuenca del Caine plantea como objetivo primordial la restauración ambiental de la cuenca (en particular la recuperación de tierras agrícolas y de áreas de recarga de acuíferos y fuentes de agua) y la reducción de aporte de sedimentos a represas en cuencas con niveles diferenciados de procesos de erosión y acción antrópica a través de mecanismos de activa participación local y concertación.

Para ello se desarrollaron iniciativas demostrativas para mejorar el manejo del agua y suelo (ej. mantener la disponibilidad de agua, mejorar la calidad del agua, incrementar la cobertura vegetal, mejorar las condiciones de las praderas, diversificar la producción en las parcelas ubicadas en laderas y serranías, etc.) en diferentes partes de la microcuenca (zona alta, media y baja de la microcuenca).

Como también se propone aumentar la cobertura vegetal y conservar la existente a través de la forestación y el manejo de pasturas para conservar las fuentes de agua y las áreas de recarga hídrica (mejorar y mantener la humedad del suelo).

El manejo integral de microcuencas no sólo busca incidir en el manejo del agua y los recursos naturales, sino que promueve fundamentalmente la participación efectiva de las comunidades, y la concertación entre actores público y privados (conformación de OGC) además de una coordinación, concurrencia y complementariedad entre niveles subnacionales (nacional, gobernación y municipios), para ello se muestra los componentes e iniciativas desarrolladas. (Carlos Saavedra / Martín del Castillo, 2013).

- Protección y conservación de vertientes de agua y áreas de recarga de acuíferos: Para el mantenimiento y conservación de los volúmenes de agua (oferta del agua) requeridos para agua potable, riego y la agricultura de subsistencia (seguridad alimentaria), se realizaron diversos trabajos de protección de las fuentes de agua y de las áreas de recarga de acuíferos tales como cerramientos, construcción de zanjas de infiltración con maquinaria y reforestación.
- Manejo y protección de laderas: Para la recuperación y habilitación de tierras y áreas de pastoreo en laderas se establecieron pastos y variedades de forraje resistentes a la sequía, además de obras de estabilización como diques de piedra y madera, barreras vivas, etc.
- Manejo sostenible de tierras: Para la recuperación, conservación y manejo de tierras agrícolas se desarrollaron prácticas de aplicación de biofertilizantes,

preparación de abonos orgánicos, establecimiento de huertos agrícolas e invernaderos y producción de pastos/forrajes, producción de plantines forestales/agroforestales en viveros.

- Construcción y mejoramiento de viveros: Rehabilitación, mejoramiento y construcción de viveros municipales y comunales para la producción de plantines forestales (especies nativas y exóticas) y su establecimiento en linderos de parcela, áreas comunales o laderas. Algunos municipios han distribuido plantines como incentivo al trabajo de las familias.

2.15.3 Normativa y organización

El desarrollo y aplicación de normativas comunales y/o municipales relativas al manejo de recursos naturales (ej. manejo/protección de bosquetes nativos, las plantaciones forestales nativas, la protección de fuentes de agua y las áreas de recarga de acuíferos) son aún muy incipientes. En virtud del alto grado de organización comunal y bajo el liderazgo de las Organizaciones de Gestión de Cuencas (OGC) en relación al manejo de la microcuenca se logró el desarrollo participativo y consensuado de prácticas de conservación de suelos y aguas, el control del aporte de sedimentos y evidencias de efecto en relación con la mejora de la seguridad alimentaria de las familias campesinas. (Carlos Saavedra / Martín del Castillo, 2012).

2.15.4 Gestión Manejo y Protección de Fuentes de Agua Mancomunidad de Municipios de Chuquisaca Centro

El modelo de gestión implementado por la mancomunidad Chuquisaca Centro, se denomina Área de Reserva Natural de Agua (ARENA), y se centra en la protección/conservación de vertientes y áreas de recarga de acuíferos a través de cerramientos. Las ARENA buscan que el agua de los manantiales o vertientes protegidas se infiltre en el subsuelo, asegurando así la recarga de acuíferos.

2.15.5 Modelo de Gestión

La estrategia de gestión, se basa principalmente en el “cerramiento” del área, que se establece mediante acuerdos legalmente validados, después de consensos entre los propietarios del terreno, los usuarios del agua, las comunidades vinculadas y con el soporte de los gobiernos municipales, para el establecimiento de un ARENA se desarrolla en tres etapas:

- Acuerdos, coordinación y planificación: Esta etapa requiere de (a) la realización de acuerdos institucionales para la adecuada coordinación y complementación

de las acciones, (b) la delimitación y costeo del cerramiento de las zonas de recarga, fuentes y áreas de captación, (c) establecimiento de acuerdos para la compensación a los afectados en sus derechos de uso y (d) la organización y planificación del trabajo.

- Establecimiento del ARENA: Es la etapa más rápida del trabajo, incluye el replanteo y estimación de tiempos, la adquisición de materiales, la celebración de un ritual de inicio de obras y faena comunal que se denomina “qoa”, el desbroce de vegetación, la excavación de hoyos y la inspección y aprobación del trabajo.
- Funcionalidad del ARENA: Esta etapa requiere del asesoramiento y asistencia técnica institucional hasta consolidar la operación y mantenimiento para que todo el sistema esté garantizado. También implica la organización de una directiva del ARENA para el mantenimiento y control social de su uso, la generación de instrumentos normativos locales o comunales y finalmente la gestión del ARENA y su control, para su implementación de las ARENA por componentes son:
 - Cerramiento de las zonas de recarga de acuíferos: favorece la capacidad de infiltración del agua y recarga los acuíferos y mejora de la calidad del recurso hídrico, además de mantener el caudal de las fuentes de agua o vertientes.
 - Cerramiento de la fuente de agua: se reducen los riesgos de deterioro sobre la calidad del agua, la reducción del sobrepastoreo y compactación de los suelos y se previene la desaparición de la fuente de agua por presión de las familias cercanas a estas fuentes.

Protección/conservación de las cabeceras de la microcuenca: medidas como la reforestación, construcción de terrazas y zanjas de infiltración mejoran la estabilidad de las laderas e incrementan la capacidad de recarga de los acuíferos.

Agua potable y riego tecnificado: se promueve un uso más eficiente del agua a través de mejoras en los sistemas de conducción y distribución de agua potable y sistemas de microriego y riego tecnificado (riego por aspersión y goteo) a nivel comunal y de parcela. (Carlos Saavedra / Martín del Castillo, 2014).

CAPÍTULO III

3 MARCO CONTEXTUAL

3.1 Ubicación geográfica

El presente trabajo de investigación fue realizado en la Cuenca Alta del Río Bañado donde están ubicados las comunidades de Pozuelos, Yaconal, Alto Casadero y Pampa Heredia, que se encuentran dentro de la provincia Hernando siles, municipio de Monteagudo departamento de Chuquisaca.

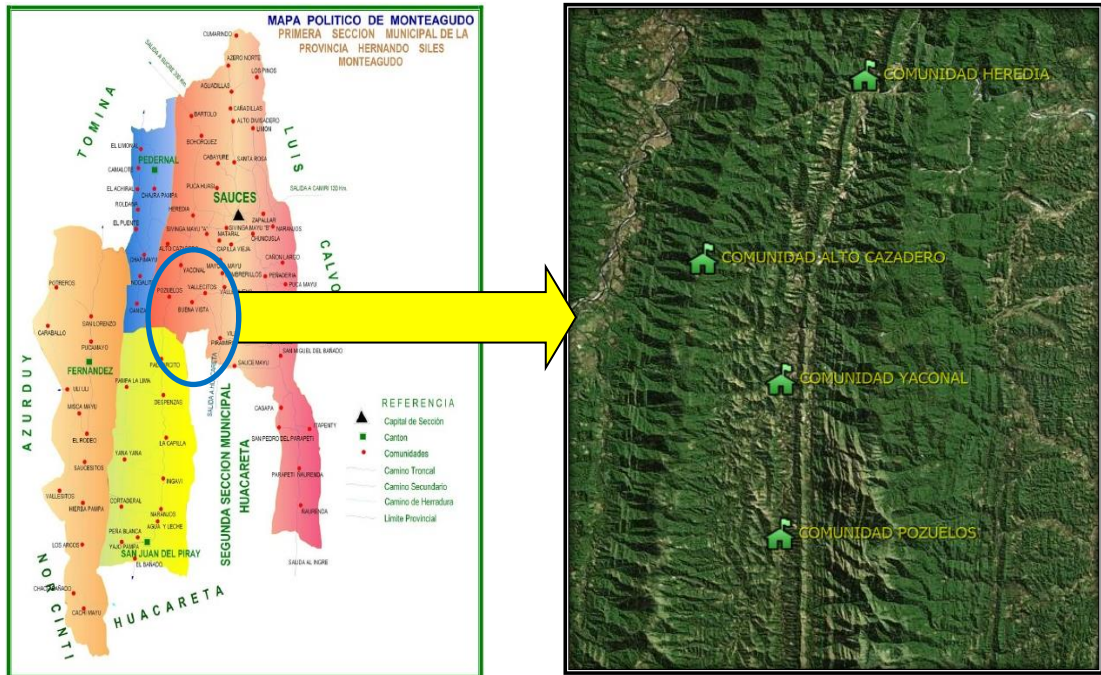
Cuadro 2: UBICACIÓN ADMINISTRATIVA

Unidad Territorial	Nombre de la Unidad Territorial
Departamento	Chuquisaca
Provincia	Hernando Siles
Municipio	Monteagudo
Comunidades	Pozuelos, Yaconal, Alto Casadero y Pampa Heredia

Fuente: Elaboración Propia 2020.

La cuenca alta de río bañado, y las 4 comunidades están ubicado dentro del distrito sauces del municipio de Monteagudo, tal como se muestra en el siguiente mapa:

Mapa 1: UBICACIÓN DE LAS COMUNIDADES



Fuente: PTDI Monteagudo 2016-2020 y MIC-Río Bañado.

3.1.1 Localización geográfica

Las comunidades del área de intervención están dentro de las siguientes coordenadas Geográficas que se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 3: UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Comunidad	Coordenadas UTM		Longitud	Latitud
	X	Y		
Pozuelos	386514	7794607	64° 05' 04"	19° 56' 30"
Yaconal	386509	7799833	64° 05' 03"	19° 53' 40"
Alto Casadero	383893	7804151	64° 06' 32"	19° 51' 19"
Pampa Heredia	389120	7810149	64° 03' 31"	19° 48' 05"

Fuente: Estudio Técnico de Pre – Inversión MIC Río Bañado

3.1.2 Vías de acceso

Las vías de acceso al área de intervención de la investigación presentan tramos de tierra y las distancias de acuerdo como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 4: ACCESO CAMINERO Y DISTANCIA

Tramo		Longitud (Km)	Tiempo Camino	Estado			Transcibilidad
Desde	Hasta			B	R	M	
Monteagudo	Pampa Heredia	16	20		X		Transitable poco estable, tierra
	Alto Casadero	29	60		X		
	Yaconal	32.5	60		X		
	Pozuelos	39	100		X		

Fuente: Estudio Técnico de Pre – Inversión MIC Río Bañado

En el cuadro anterior se muestra los accesos camineros y las distancias desde el centro poblado de Monteagudo al lugar de intervención de la investigación, los cuales muestran los kilómetros, los tiempos en segundos y el estado de camino a cada uno de las comunidades de la cuenca alta del río bañado.

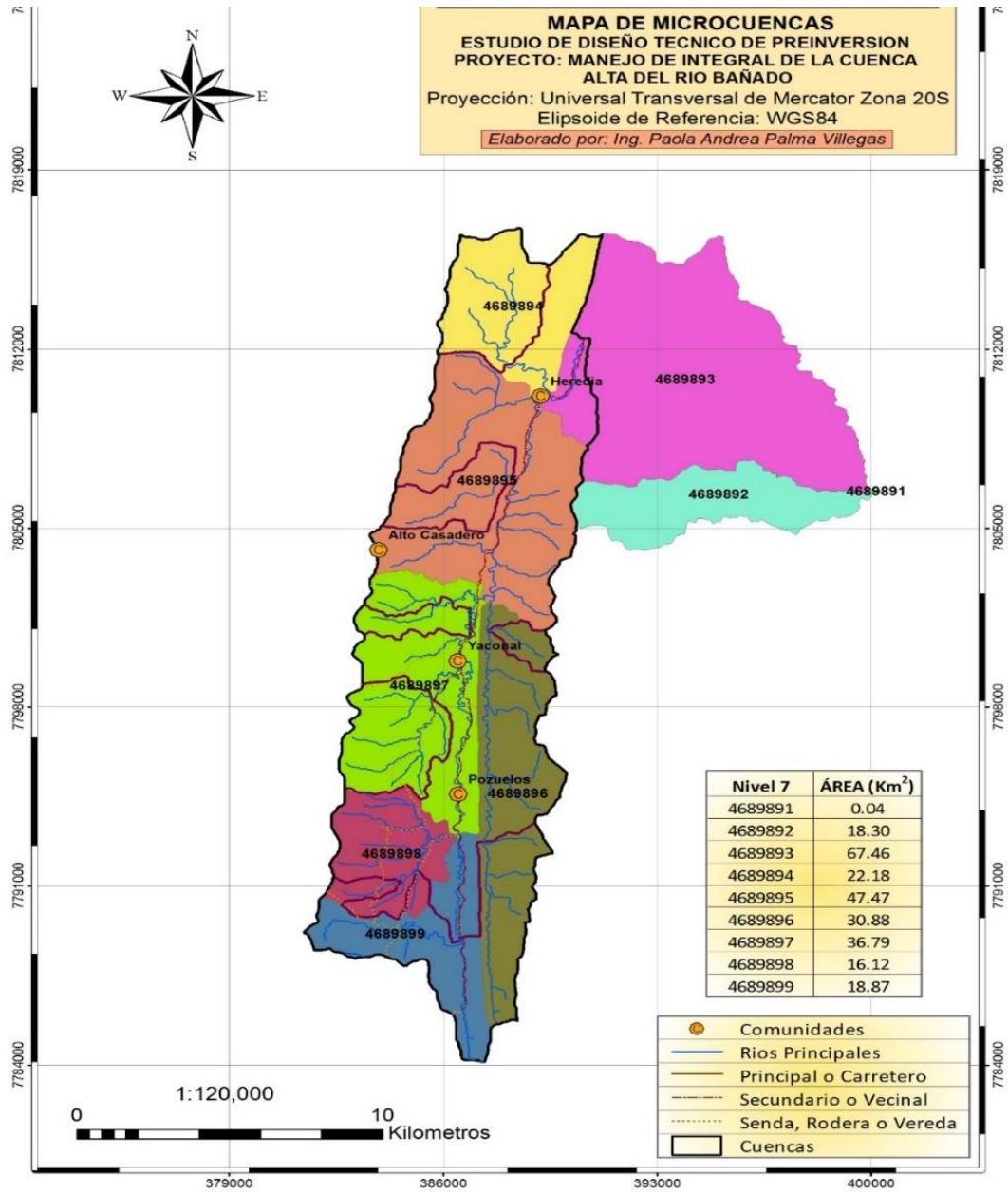
3.2 Caracterización territorial de la cuenca

La actual cuenca de intervención geográficamente se encuentra dentro de la gran cuenca del Río Grande, región hidrográfica de la Cuenca del Amazonas, y esta corresponde a la Región Hidrográfica 4, dicha cuenca se ubica en parte de los territorios de Bolivia.

3.2.1 Microcuencas de intervención

Las microcuencas de intervención en su conjunto que corresponde a la cuenca alta del Río Bañado, en cuya cuenca se encuentran distintas sub cuencas de intervención que corresponde a la Cuenca alta del Río Bañado, de acuerdo al siguiente mapa.

Mapa 2: MAPA HIDROGRÁFICA CUENCA ALTA DEL RIO BAÑADO



3.2.2 Superficie de la cuenca

La superficie total de la cuenca alta del río bañado, cuenca de intervención, se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 5: SUPERFICIE DE LA CUENCA

Microcuenca de intervención	Superficie
Cuenca Alta del Río Bañado	107.89 Km2

Fuente: Estudio Técnico de Pre – Inversión MIC Río Bañado.

De acuerdo al cuadro anterior se puede observar que la superficie total de la microcuenca de intervención asciende a 107,89 Km².

3.2.3 Límites

Los límites territoriales de la cuenca y las comunidades de intervención se detallan en el siguiente cuadro.

Cuadro 6: LÍMITES DE LA CUENCA DE INTERVENCION

Cuenca	Comunidades asentadas en microcuenca	Límites Territoriales			
		Este	Oeste	Norte	Sur
Cuenca del Río Bañado	Pampa Heredia	Comunidad Cazaderito	Comunidad Chajra pampa	Comunidad Bohórquez	Comunidad Yaconal
	Alto Cazadero	Comunidad Yaconal	Comunidad Chapí Mayu	Comunidad Heredia	Comunidad Yaconal
	Yaconal	Comunidad Heredia	Comunidades Maycha mayu, valle nuevo	Comunidad Alto Cazadero	Comunidad Pozuelos
	Pozuelos	Serranía los Milagros	Serranía huacachal	Comunidad Yaconal	Comunidad Palmarcito

Fuente: Elaboración Propia 2020.

3.2.4 Zonas Ecológicas

Los pisos ecológicos están definidos por varios factores como ser altitud, clima, situación respecto al mar, relieve, naturaleza del suelo, hidrografía, cobertura vegetal y otros factores que resultan en una caracterización particular a la zona en cuanto a flora, fauna y otros.

En el caso específico del Municipio de Monteagudo la diferencia de la zona más alta y la más baja oscila entre los 1000 m.s.n.m. El piso ecológico de la zona es subtropical con clima semicálido, subhúmedo seco, con una altura promedio de 1.176 m.s.n.m.

3.3 Población

La población que está involucrada directamente en el área de intervención de la presente investigación corresponde a 4 comunidades que están dentro de la cuenca alta

del río bañado con una población que asciende a 124 familias equivalente a 561 habitantes entre hombres y mujeres, de acuerdo al siguiente cuadro.

Cuadro 7: POBLACIÓN

Comunidades del área de acción	Personas/familia	Población	Hombres	Mujeres	Familias
Heredia	5	185	98	87	37
Yaconal	5	195	103	92	39
Alto Cazadero	5	50	27	24	10
Pozuelos	5	190	101	89	38
TOTAL	5	620	329	291	124

Fuente: Estudio Técnico de Pre – Inversión MIC Río Bañado

3.3.1 Migración

En la actualidad se presenta dos tipos de emigración en la cuenca de intervención entre ellas se tiene las **Migración Temporal** y **Migración Definitiva**. Cada una de ellas, con sus características propias en relación a sus causas, lugares y número de personas que emigran de acuerdo al siguiente cuadro.

Cuadro 8: MIGRACIÓN TEMPORAL

Comunidades	Destino	Edad	Sexo	Ocupación
Pampa	Santa Cruz, Cochabamba, Sucre y al Exterior	15 - 27 Años	Hombre y Mujer	Agricultura, Albañil, Hogar, Estudios y Negocios.
Alto Cazadero				
Yaconal				
Pozuelos				

Fuente: Estudio Técnico de Pre – Inversión MIC Río Bañado

Las principales migraciones que realizan las diferentes familias de ambos sexos de las comunidades de intervención son a las ciudades de Santa Cruz, Cochabamba, Sucre y al exterior por motivos de trabajo, negocios y estudios.

Cuadro 9: MIGRACIÓN DEFINITIVA

Comunidades	Tasa de Migración Masculina	Tasa De Migración Femenina	Porcentaje de Migración Definitiva
Pampa Heredia	0,35%	0,65%	0,50%
Alto Cazadero	0,25%	0,53%	0,39%
Yaconal	0,45%	0,75%	0,60%
Pozuelos	0,65%	0,62%	0,64%
PROMEDIO	0.43%	0.64%	0.53%

Fuente: PDM Monteagudo 2007-2011.

3.3.2 Idioma

El idioma que predominan en la totalidad de la población es el español y quechua ya que las familias asentadas en las 4 comunidades son migrantes en su totalidad de Chuquisaca centro y norte, el **98%** aproximadamente de los habitantes son bilingüe de acuerdo al siguiente cuadro.

Cuadro 10: IDIOMAS

Comunidades	Idiomas		
	Castellano	Guaraní	Quechua
Pampa Heredia	x		x
Alto Cazadero	x		x
Yaconal	x		x
Pozuelos	x		x

Fuente: PDM del municipio Monteagudo

3.4 Aspectos socioeconómicos de la cuenca

La cuenca Alta del Río Bañado, tiene su propia particularidad de paisaje de serranías medias, bajas, de topografía irregular donde surcan cañones angostos con ríos que surcan en dirección de sur a noreste, y condiciones climáticas de sub-húmedo, que condicionan a una actividad propia de un sistema de producción agropecuaria extensiva y semi extensiva, donde cada unidad familiar aprovecha sus recursos naturales disponibles, cantidad y calidad de tierra para su producción agrícola, pecuaria y forestal.

La producción agrícola está caracterizada por los cultivos de maíz, maní, papa, yuca, frejol, hortalizas como principales cultivos, en frutales se destaca la producción de naranja, mandarina, papaya, durazno y otros, generalmente en condiciones a secano, es ocasional el uso de riego para la producción de hortalizas.

La actividad pecuaria está caracterizada por su vocación productiva del ganado vacuno, bajo un sistema tradicional de manejo silvopastoril en bosque nativo, y en pequeña escala un manejo semi intensivo con la introducción de pastos mejorados en mangas y/o potreros degradados.

Asimismo, existe la crianza de ganado porcino y aves de traspatio, de manejo tradicional. El 95% de las familias practican la crianza del ganado vacuno y porcino de forma extensiva o tradicional.

La innovación tecnológica en producción agropecuaria es baja, considerando que existe la incorporación de maquinaria agrícola en sistemas de producción agrícola solo en la preparación del suelo (arada – rastreado), también se evidencia el uso escaso de material genético mejorado como semillas de maíz, maní, papa y hortalizas, y ocasionalmente se ha introducido razas mejoradas de ganado vacuno y porcino. En la producción frutícola, muy poco se ha introducido variedades mejoradas en naranja y mandarina.

Por lo general hacen uso de productos fitosanitarios para el control de plagas y enfermedades en cultivos maíz, maní, papa, frejol, hortalizas y frutales, y uso de herbicidas para el control de malas hierbas en maíz y otros cultivos anuales.

En la actualidad, por las eventualidades del cambio climático, está ocurriendo un fenómeno de cambio de uso del suelo, de un sistema de producción **agrícola-pecuario**, pasa tomar importancia el sistema de producción **pecuaria-agrícola**, como estrategia de reducción del riesgo de desastres (RRD) y adaptación al cambio climático (ACC). Según manifestaciones locales, existe un alto riesgo en la producción agrícola, por la presencia de heladas y ampliación del periodo de lluvias que perjudica en la cosecha del maíz y otros cultivos.

3.5 Organización Sociales y Culturales

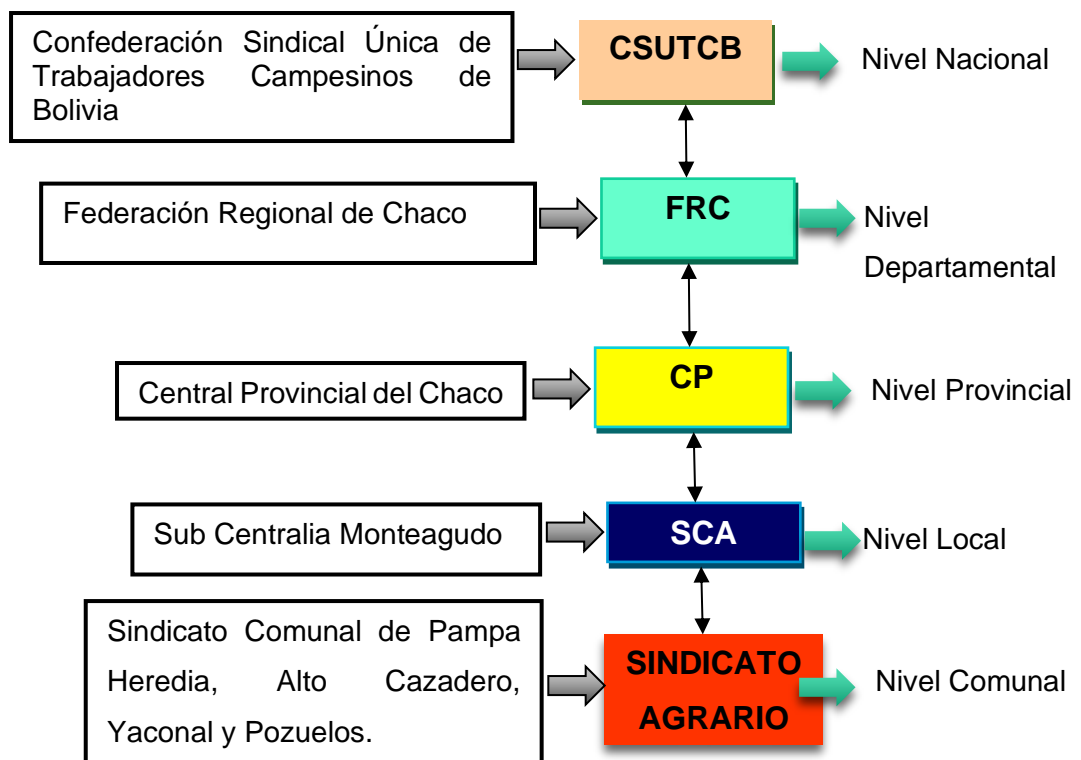
3.5.1 Tipos de organización social

Los tipos de organización social, que se encuentran en el área de acción de la investigación, corresponden a los sindicatos agrarios (comunidades), los cuales están conformados por los habitantes localizados al interior de la jurisdicción de la comunidad,

la misma tiene su representación sindical, cuyas máximas autoridades, es el dirigente comunal y el corregidor de cada comunidad, están encargadas de velar por los intereses de la comunidad.

Respecto a la situación legal de las organizaciones en la cuenca, la estructura orgánica sindical, se inicia en la comunidad u OTB como el primer nivel, en este primer nivel se constituye el sindicato agrario comunal, el mismo que está afiliado a la sub centralia, esta última constituyéndose en una instancia de segundo nivel. Las Centralías Provinciales o Federaciones Regionales están automáticamente afiliadas a la Federación Departamental y finalmente, de Bolivia como la máxima instancia orgánica, de acuerdo a la siguiente figura.

Figura 6: NIVELES DE ORGANIZACIÓN



Fuente: PDM del municipio Monteagudo

3.6 Aspectos Biofísicos

Los recursos de flora y fauna que existe en la zona, como también los recursos naturales como ser suelo, agua y vegetación existentes en la cuenca de intervención son de vital importancia para el habita del ecosistema.

3.6.1 Recursos Hídricos

Los recursos hídricos existentes en la cuenca alta del río bañado son generalmente de ríos, quebradas y vertientes los cuales no son aprovechados y no realizan ninguna actividad de conservación y prevención del recurso, el déficit hídrico es casi total principalmente en invierno ya que no hay la presencia de precipitaciones pluviales.

Todas las familias hace muchos años atrás su fuente de agua para consumo eran las vertientes, en la actualidad la mayoría de las familias tienen sistemas de agua potable en sus domicilios, lo cual se presenta a detalle en el siguiente cuadro todas fuentes de agua y ríos de las comunidades.

Cuadro 11: FUENTES DE AGUAS Y USOS

Fuentes de agua	Usos (%)		
	Consumo humano	Ganado	Riego
Agua potable	40	0	0
Ríos	40	80	60
Vertiente	20	20	40
Total	100	100	100

Fuente: Estudio Técnico de Pre – Inversión MIC Río Bañado

3.6.2 Tipo de Suelo

De acuerdo a la revisión bibliográfica de ZONISIG (2000) y PDM (2015) del municipio de Monteagudo, el tipo de suelo que predomina en la Cuenca Alta del Río Bañado corresponde a siguientes tipos de suelos que se describen a continuación:

Cambisoles, se caracterizan por presentar un horizonte sub superficial con evidentes cambios en la estructura de los suelos, la coloración más oscura, por su textura franco arenoso (FA) y areno franco (AF) es considerada muy frágil y susceptible a la erosión hídrica, la cual está agravada por actividades antrópicas como la ampliación de la frontera agrícola a través del sistema de chaqueo y quema, el pastoreo cada vez más intensivo y extensivo, y la deforestación con fines domésticos y comerciales. El origen de estos suelos es por desarrollo parental y también por la acumulación constante de materiales aluviales y coluviales, en los horizontes sub superficiales.

Fluvisoles, son suelos jóvenes que son originados por la deposición de materiales aluviales en regiones susceptibles a períodos cortos de inundaciones. Las características físicas de estos suelos presentan texturas finas a muy finas, el desarrollo de estructura es incipiente en forma laminar, de grado muy débil y tamaño fino; el nivel

de fertilidad es bajo a medio como consecuencia de la acumulación constante de materiales aluviales ricos en materia orgánica.

3.6.3 Cobertura vegetal y superficie de distribución

la cobertura vegetal esta expresada al espacio que cubre la proyección vertical de la copa de árboles, arbustos y macollaje de herbáceas, la masa boscosa cubre aproximadamente un 85% del suelo, y 15% de suelo esta descubierto por suelos abandonados en descanso, afloramientos rocosos y acantilados.

La superficie y cobertura está expresada por la ocupación del monte y por el tipo de uso que se ejerce con fines socioeconómicos en las diferentes comunidades de la cuenca Alta del Rio Bañado, se ha identificado 3 tipos de cobertura las más representativas, cada unidad con sus características propias de uso actual de la tierra.

Cuadro 12: COBERTURA EN LA CUENCA ALTA DEL RIO BAÑADO

N°	Unidades de cobertura vegetal	Área (km ²)	Área (ha)	Porcentaje (%)
1	Bosque denso	50,54	5054,39	46,85
2	Bosque ralo	22,97	2296,76	21,29
3	Herbácea	34,38	3437,57	31,86
TOTAL		107,89	10788,72	100,00

Fuente: Elaboración propia 2020

3.6.4 Clima

En la cuenca de intervención donde están acentuadas las comunidades presentan un clima templado a cálido, de acuerdo a la revisión secundaria la precipitación anual media es de 902,4 mm en la zona, las precipitaciones en el municipio y la zona son las siguientes de acuerdo al cuadro.

Cuadro 13: PRECIPITACIONES MAXIMA EN 24 HORAS, MEDIAS MENSUALES Y MEDIAS ANUALES (MM)

Estación Meteorológica Monteagudo			
Meses	Precipitación Máxima en 24 horas	Precipitación Media Mensual	Precipitaciones Medias Anuales
Enero	150.2	14.5	161.0
Febrero	196.1	14.7	162.2
Marzo	79.6	12.4	126.1
Abril	106.0	8.4	71.9
Mayo	30.4	3.9	24.8
Junio	32.0	2.8	15.0
Julio	23.0	2.4	9.4
Agosto	35.0	2.4	7.4
Septiembre	66.0	5.4	20.9
Octubre	89.0	10.2	62.9
Noviembre	117.5	9.3	80.0
Diciembre	117.3	14.6	143.8
Promedio	196.1	103.5	902.4

Fuente: Elaboración propia 2020 en base a datos SENAMHI

3.6.5 Temperatura

En el municipio y en la cuenca de intervención las temperaturas se tiene una temperatura media de 27,7°C, mínima de 13 °C y una máxima de 42,6 °C. y los promedios absolutos de acuerdo al SENAMHI se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 14: TEMPERATURAS (0C).

Temperatura mínima absoluta (°C)	Temperatura media mensual (°C)	Temperatura máxima absoluta (°C)
13,00	27,70	42.6

Fuente: SENAMHI, promedios absolutos

3.6.6 Humedad

La humedad en el área de intervención de la cuenca presenta un índice Hídrico entre 20 a 40. Presenta una acentuada humedad relativa, la cual acelera el proceso de meteorización de los suelos y las rocas con un claro fraccionamiento y descomposición de sus partes.

3.7 Aspectos Ambientales

De acuerdo a revisión de información secundaria en las comunidades que se encuentran dentro de la cuenca, se ha identificado dos ecosistemas, un ecosistema natural que abarca un 95% del territorio de la cuenca y un agro ecosistema, donde la actividad antrópica ha modificado el sistema natural acorde a sus demandas socioeconómicas y culturales, en ambos casos cumplen funciones específicas que se describen a continuación:

Ecosistema natural, se considera como un espacio biofísico natural con características propias que se ha desarrollado por la evolución de las especies de fauna y flora nativa, que han alcanzado la madurez del ecosistema acorde a factores climatológicos en cada piso ecológico y/o gradiente altitudinal. La cuenca alta del río Bañado, corresponde a un cañón cerrado que forma parte de un ecosistema subandino de formación vegetal boliviano -Tucumano, con bosque denso siempre verde y bosque ralo siempre verde.

Agro ecosistema, son sistemas modificados, donde la intervención del hombre con fines socioeconómicos, ha alterado la estructura del ecosistema natural. Por las características de acceso a la tierra por medio de compra y venta, dotación, sucesión hereditaria y otras formas de acceso a la tierra, las familias generalmente están asentadas en sus respectivos chacos o terrenos de propiedad privada. El ecosistema modificado, tiene su propia particularidad de manejo que responde a un proceso de producción agropecuaria planificado, donde las familias aprovechan todas las ventajas que oferta los recursos naturales como el suelo, agua y vegetación.

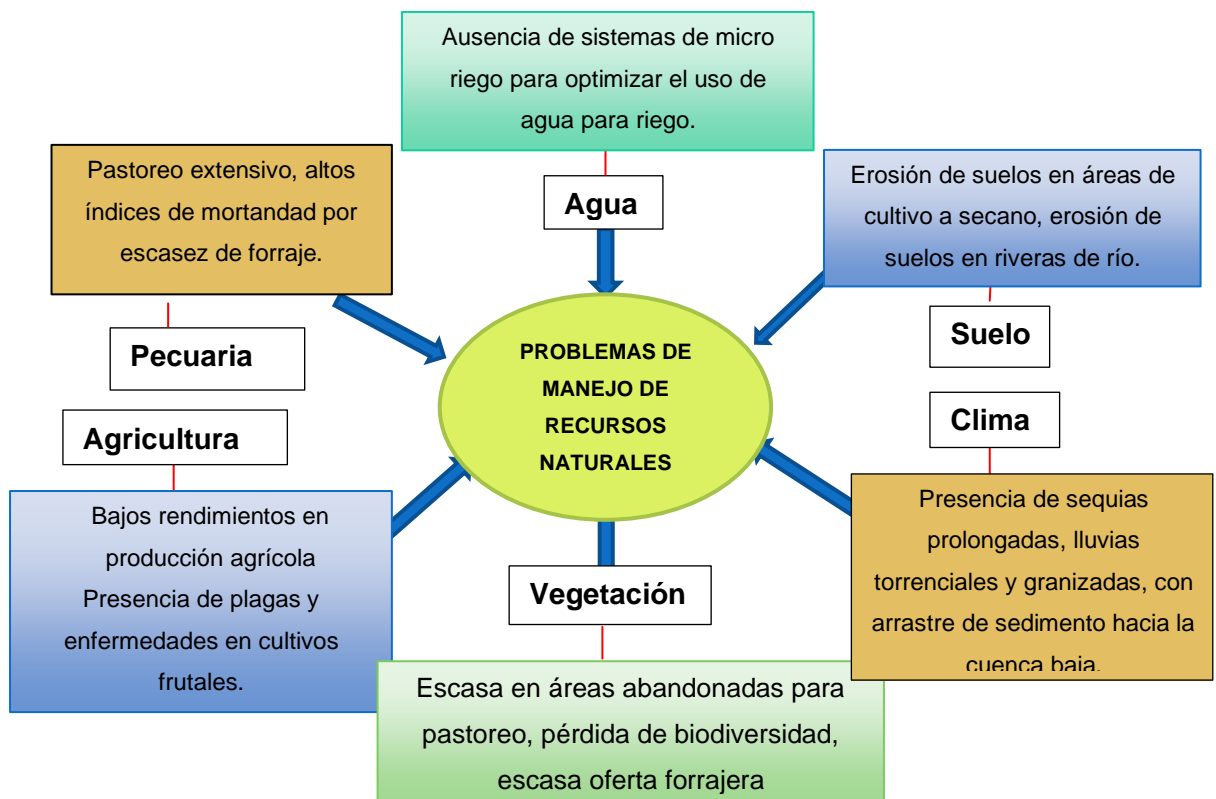
3.7.1 Riesgos

La identificación y análisis de riesgos de erosión de suelos, riesgo a heladas, riesgos de sequía, riesgos de riadas y vientos, permitiendo identificar la vulnerabilidad de los sistemas de vida de las comunidades donde se intervendrá con la investigación. La información de riesgos, ha sido fundamental para generar propuestas de mitigación, prevención y control, para evitar la degradación de recursos naturales suelo, agua y vegetación en la cuenca alta del río bañado.

3.8 ANÁLISIS INTEGRAL Y PRIORIZACIÓN PROBLEMÁTICA DE LA CUENCA

Fruto de la investigación y del diagnóstico realizado en las comunidades de Pozuelos, Yaconal, Alto Cazadero y Pampa Heredia en la cuenca alta del río Bañado; se ha logrado identificar problemas que aquejan a la actividad productiva como la degradación de recursos naturales expresada visiblemente en la erosión gradual de suelos agrícolas en ladera, la pérdida de cobertura vegetal por la expansión o ampliación de la frontera agrícola en laderas (chacos) y la pérdida de caudal del agua en vertientes y quebradas como un efecto de procesos de carácter antrópico y procesos naturales.

Gráfico 1: PRINCIPALES PROBLEMÁTICA EN LA CUENCA

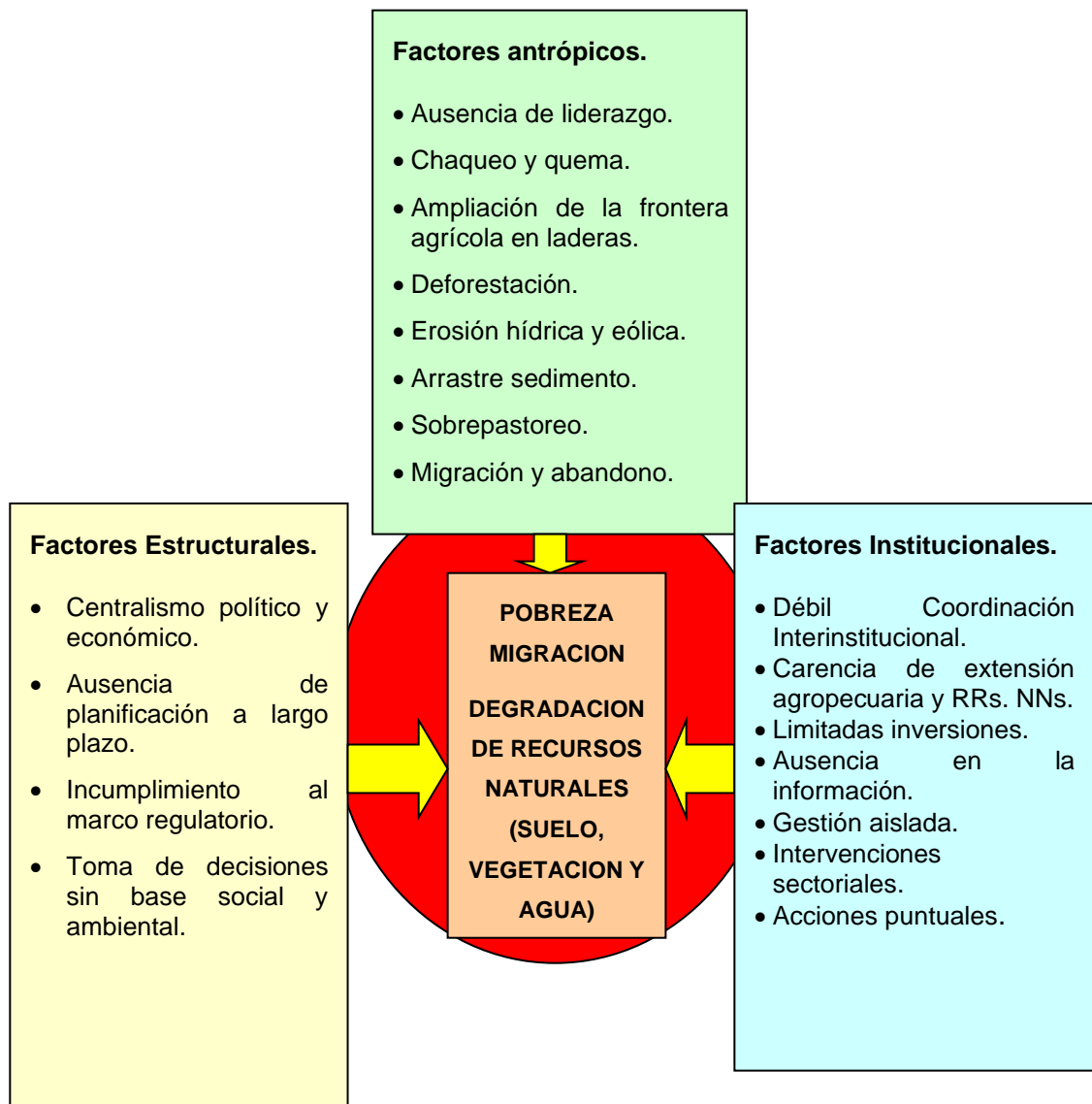


Fuente: Elaboración propia 2020.

3.8.1 Análisis integral de la problemática

El análisis integral de factores que inciden en el deterioro de recursos naturales del componente biofísico, socioeconómico y cultural en la cuenca la priorización de problemas y sus causas está expresada en el siguiente gráfico.

Gráfico 2: ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA INTEGRAL



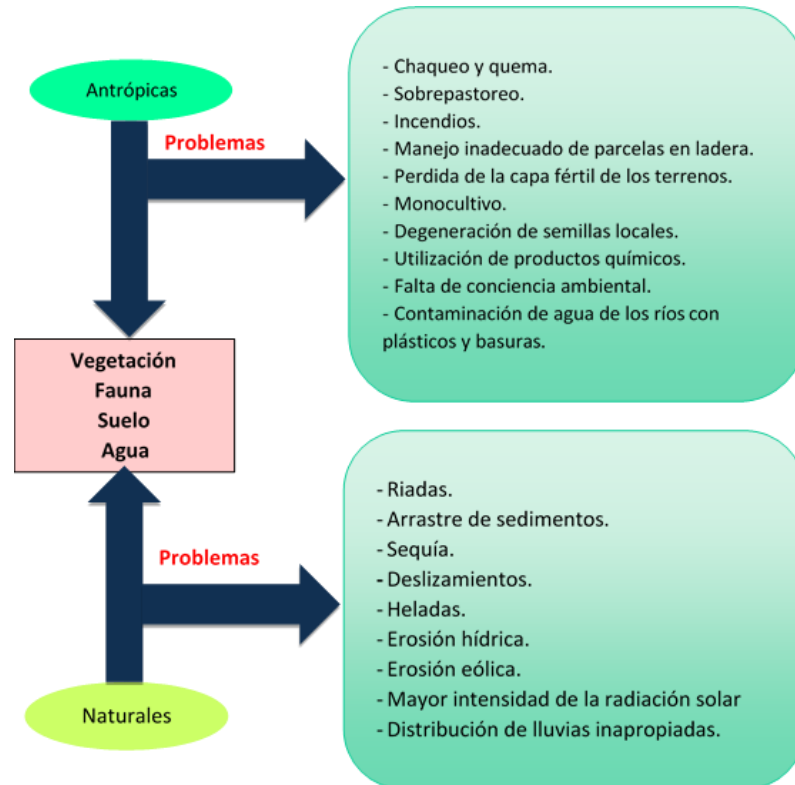
Fuente: Elaboración propia 2020.

3.8.2 Factores generadores de problemas ecológicos y ambientales en la cuenca Alta del Rio Bañado

Las áreas de recarga hídrica, en la Cuenca Alta del Rio del Bañado, están siendo explotadas directamente sin ningún manejo, contribuyendo directamente a su degradación de su área y afectando directamente a las fuentes de agua, siendo estas fuentes de agua utilizadas hacia abajo en la producción agropecuaria y consumo humano. Sus recursos forestales (vegetación) y recurso suelo están siendo explotados sin medir ninguna consecuencia futura mediante la expansión agrícola, ganadera y explotación de madera. Contribuyendo favorablemente a la erosión y deslizamientos de sus áreas productivas, más aún porque estas son en pendiente en un 70 por ciento.

Esta situación trae problemas ambientales, que disminuyen los beneficios de las funciones eco-sistémico como la regulación hídrica y recarga hídrica de las fuentes de agua en la Cuenca Alta del Rio Bañado. Es ese marco se presentan los problemas ambientales más importantes en la cuenca se detallan en la siguiente figura.

Gráfico 3: FACTORES GENERADORES DE PROBLEMAS ECOLÓGICOS Y AMBIENTALES EN LA MICROCUENCA ALTA DEL RIO BAÑADO



Fuente: Elaboración propia 2020

En las comunidades intervenidas notablemente se manifiesta la ruptura de los regímenes climáticos (lluvias, aumento de temperatura, heladas, sequías). Estos se manifiestan con lluvias torrenciales que, provocando riadas, afectando terrenos agrícolas e infraestructuras civiles en la parte media de la cuenca del Rio Bañado donde se encuentra asentada en su rívera la ciudad de Monteagudo en el sector de Candua, y erosión por surcos en las parcelas agrícolas en toda la parte alta de la cuenca del Rio del Bañado, ya que su topografía es accidentada con pendientes desde leves hasta muy pronunciados, y con suelos livianos.

Las sequias en épocas que se acostumbraba realizar las siembras de los cultivos y precipitaciones prolongadas y suaves que afectan en la época de cosecha de los cultivos. Situación por la cual el sistema de producción se está cambiando, siendo antes **Agricultura – Ganadería**, hoy **Ganadería – Agricultura**, justo para enfrentar a los problemas del cambio climático.

3.8.3 Análisis final de la problemática

Las áreas de recarga hídrica de la Cuenca Alta del Rio Bañado, en el municipio de Monteagudo, es evidente su degradación directamente por los factores antrópicos de sus habitantes, contribuido con los factores naturales, provocando disminución de los caudales de las fuentes para diferentes actividades económica y consumo, bajos rendimientos en los cultivos, terrenos degradados – abandonados por su infertilidad y formación de cárcavas. Situación que en toda el área existe una fuerte migración de sus pobladores a otros lugares, departamentos en busca de mejores condiciones de vida.

Para una mejor sistematización se generó el árbol de herramientas como herramienta para determinar las causas y efectos del problema central de la cuenca de intervención, el mismo se describe en la siguiente figura.

Gráfico 4: ANÁLISIS FINAL DE LA PROBLEMÁTICA MEDIANTE EL ÁRBOL DE PROBLEMAS



3.8.4 Descripción de resultados de las encuestas

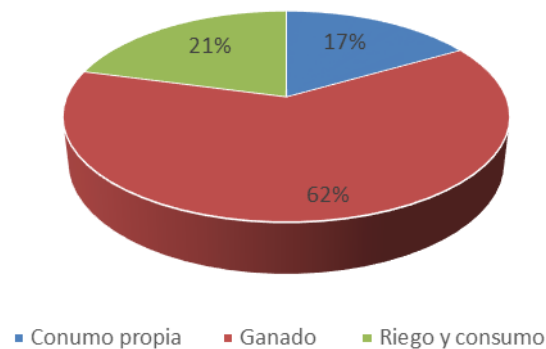
En base a la herramienta utilizada como es la encuesta, se realizó la aplicación de las encuestas a un miembro de la familia que representa autoridad y que cuenten con fuentes de agua en sus respectivas propiedades de cada familia, y como resultados de las mismas se presenta a continuación.

3.8.4.1 Uso actual de las fuentes de agua en la cuenca

Las fuentes de agua se usan en un 17% consumo familiar, un 62% en el consumo de la producción ganadera y 21% en riego y consumo.

Figura 7: USO ACTUAL DE LAS FUENTES DE AGUA

USTED PARA QUE USA SU FUENTE DE AGUA?



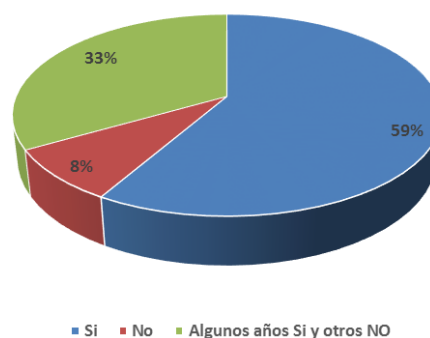
Fuente: Elaboración propia

3.8.4.2 Compartimiento de las fuentes de agua

En cuanto a la consulta si las fuentes de agua, pasan la época crítica de estiaje sin secarse su afloramiento, el resultado fue: Un **59%** de las fuentes no se secan, un **8%** si se secan y un **33%** dice que se secan en algunos años.

Figura 8: COMPORTAMIENTO DE LAS FUENTES DE AGUA

SU FUENTE DE AGUA, TIENE AGUA EN LA ÉPOCA DE ESTIAJE?



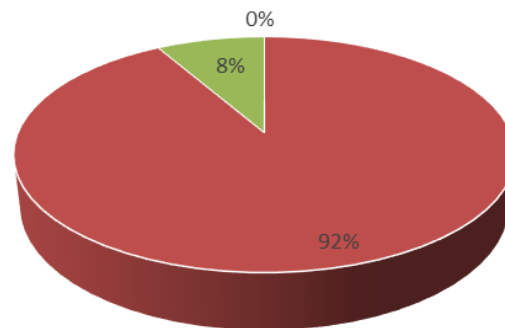
Fuente: Elaboración propia

3.8.4.3 Comportamiento de las fuentes de agua en relación a su caudal

En cuanto al caudal de las fuentes de agua, estas indican que un **0%** no aumentaron su caudal, un **92%** bajo el nivel de su caudal y un **8%** se secaron definitivamente.

Figura 9: COMPORTAMIENTO DE LAS FUETES DE AGUA EN RELACIÓN A SU CAUDAL

HA AUMENTADO O DISMINUIDO EL CAUDAL DE AGUA EN SU FUENTE DE AGUA?



■ Aumento ■ Disminuyo ■ Se seco

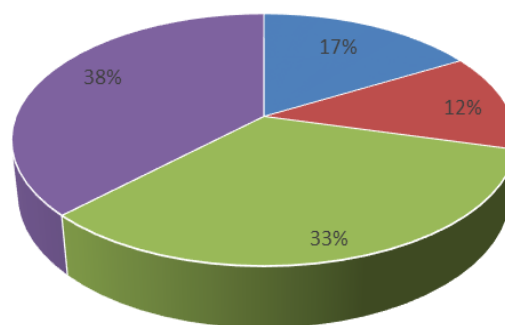
Fuente: Elaboración propia

3.8.4.4 Conservación de las fuentes de agua

En cuanto a la conservación y mantenimiento de las fuentes de agua, los encuestados indican que: Un **33%** se encuentran deteriorados, Un **17%** se encuentran bien porque se encuentran protegidos por los accidentes naturales del terreno, Un **12%** se encuentran regularmente y un **38%** no conoce la situación de sus fuentes de agua.

Figura 10: CONSERVACIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA

CUÁL ES EL ESTADO DE CONSERVACION DE SU FUENTE DE AGUA?



■ Bueno ■ Regular ■ Mala ■ No sabe

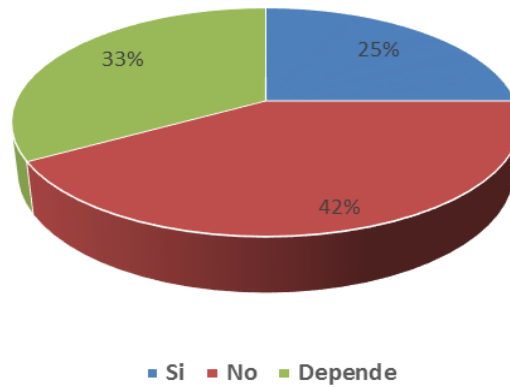
Fuente: Elaboración propia

3.8.4.5 Los acuerdos y desacuerdos de los cerramientos de fuentes de agua

En cuanto a la consulta de realizar la protección de las fuentes de agua mediante cerramiento, la respuesta fue: Un **42%** rechaza la propuesta, un **33%** está de acuerdo y un **25%** esta inseguro por temor que áreas sea expropiado por las Instituciones o comunidad.

Figura 11: ACUERDO O DESACUERDO DEL CERRAMIENTO DE LAS FUENTES DE AGUA

DESEA Y ESTA DE ACUERDO QUE SE REALICE CERRAMIENTO DE SU FUENTE DE AGUA PARA SU PROTECCIÓN?



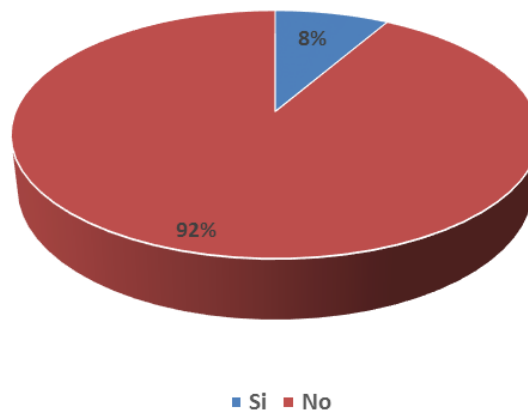
Fuente: Elaboración propia

3.8.4.6 Causas del deterioro de las áreas de recarga hídrica

En cuanto a la consulta **SÍ** conocen o **NO** conocen un área de recarga hídrica, la respuesta fue: un **92%** no conocen a que se refiere y un **8%** indicó que conoce, pero el 50% del 8% si evidentemente conoce por el grado de formación educacional.

Figura 12: GRADO DE CONOCIMIENTO SOBRE UN ÁREA DE RECARGA HÍDRICA

USTED CONOCE UN AREA DE RECARGA HIDRICA



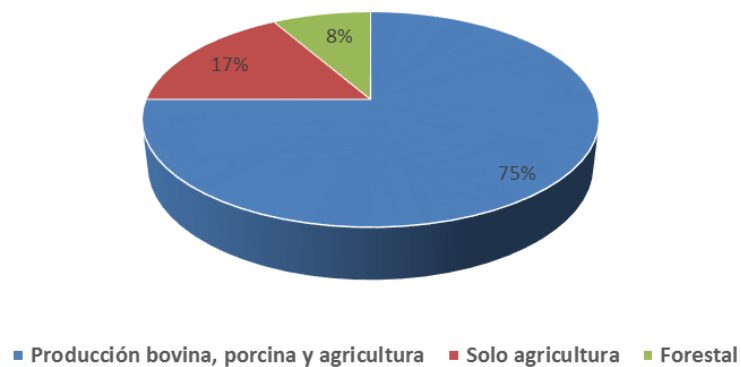
Fuente: Elaboración propia

3.8.4.7 Actividad económica en las áreas de recarga hídrica

Las áreas de recarga hídrica están siendo deteriorados directamente por las diferentes actividades económicas de las familias asentadas en la Microcuenca Alta del Río Bañado, donde un **75%** de la población practica la crianza de ganado bovino, porcino y producción agrícola, un **17%** practica solo la agricultura y un **8%** aprovecha la explotación forestal.

Figura 13: ACTIVIDAD ECONÓMICA EN LAS ÁREAS DE RECARGA HÍDRICA

DEL AFLORAMIENTO DE SU FUENTE DE AGUA, HACIA ARRIBA QUE ACTIVIDAD ECONOMICA USTED PRACTICA?



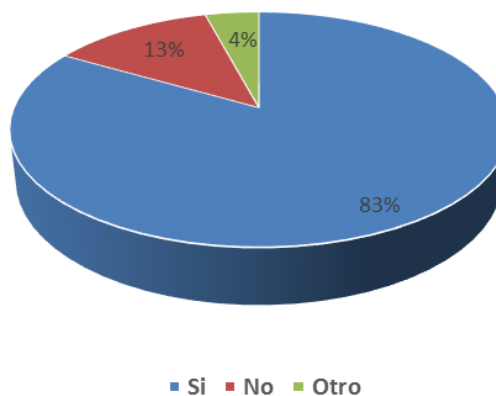
Fuente: Elaboración propia

3.8.4.8 Tipo de explotación ganadera en el área de recarga hídrica

En cuando al tipo de explotación o crianza de ganado en el área de recarga hídrica indica que un **83%** la ganadería es extensiva, un **13%** semi extensivo y un **4%** otro sistema.

Figura 14: TIPO DE EXPLOTACIÓN GANADERA EN EL ÁREA DE RECARGA HÍDRICA

LA CRIA DE GANADO ES A CAMPO ABIERTO EN EL SECTOR DE LAS ÁREAS DE RECARGA HIDRICA

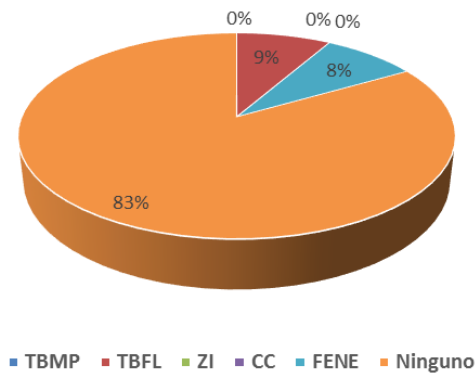


Fuente: Elaboración propia

3.8.4.9 Practica de manejo y conservación de suelos en las áreas de recarga hídrica

En cuanto a la consulta sobre que prácticas de manejo y conservación se practica en las áreas de recarga hídrica, los resultados fueron que, un **83%** no realizan ninguna practica de conservación de suelos, un **8%** realizan prácticas de plantación forestal con especies nativas y exóticas, un **9%** realizan prácticas formación de terrazas de banco de formación lenta con barreras vivas.

Figura 15: PRACTICA DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS EN LAS ÁREAS DE RECARGA HÍDRICA
 QUÉ PRACTICA DE MANEJO Y CONSERVACION DE SUELOS REALIZA DE LA VERTIENTE ARRIBA?



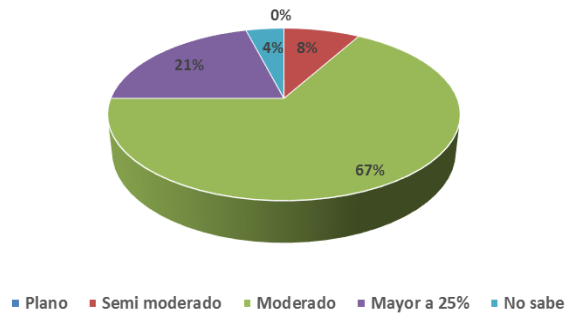
Fuente: Elaboración propia

3.8.4.10 Topografía de las áreas de recarga hídrica

En cuanto a la topografía de las áreas de recarga hídrica, están son, un **67%** son suelos con pendiente moderado, un **21%** áreas accidentados, un **8%** con una pendiente semi moderada y un **4%** superficies planas.

Figura 16: TOPOGRAFÍA DE LAS ÁREAS DE RECARGA HÍDRICA

LAS ÁREAS DONDE REALIZA SU ACTIVIDAD ECONÓMICA, LA TOPOGRAFIA CÓMO ES?



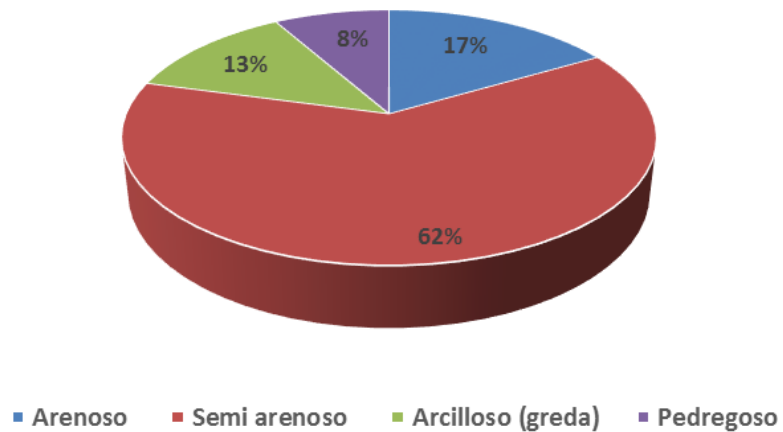
Fuente: Elaboración propia

3.8.4.11 Textura de los suelos del área de recarga hídrica

En cuanto a la textura de los suelos en las áreas de recarga hídrica, los resultados indican que: un **62%** son suelos de textura franco arenoso, un **17%** es suelo de textura liviana, es decir suelos muy arenosos, un **13%** suelos arcillosos y un **8%** son suelos con presencia de piedras en su textura.

Figura 17: TEXTURA DE LOS SUELOS DEL ÁREA DE RECARGA HÍDRICA

CÓMO ES SU SUELO ALREDEDOR DE LA FUENTE DE AGUA Y MAS ARRIBA?



Fuente: Elaboración propia

La cuenca Alta del Río Bañado, resultado del diagnóstico realizado mediante las encuestas se evidencia que es una cuenca con alto potencial hídrico, encontrándose 63 fuentes de agua permanente con diferentes caudales que varían su volumen de afloramiento según las estaciones del año, los problemas y causas para la disminución y pérdida de las áreas de recarga hídricas son por factores del cambio climático y los daños ocasionados por el hombre, estos recursos hídricos que nacen en la cuenca alta del bañado, son de vital importancia para los pobladores locales, como también para la población aguas abajo que beneficia al centro poblado de Monteagudo.

En ese marco analizado los resultados de la investigación, se observa de manera más notoria problemas de suelos y escases de agua en épocas críticas y marcadas en la cuenca Alta del Río Bañado.

En respuesta a los problemas integrales que afectan a la cuenca se propone las medidas en calidad de propuesta.

CAPÍTULO IV

4 PROPUESTA

4.1 Descripción

A continuación se describen las medidas de mitigación ambiental que sustentan la propuesta en el mediano y largo plazo, los mismos han sido elaborados en base a la Introducción y Desarrollo de Conceptos, la propuesta se enmarca a dar soluciones a los principales problemas identificados que afrontan las fuentes de agua y sus zonas de recarga hídrica que se encuentran en la cuenca, tomando en cuenta los recursos naturales, principalmente hídricos, además de tomar en cuenta las capacidades, compromiso y voluntad de las familias que habitan en la cuenca Alta del Río Bañado del municipio de Monteagudo.

La suma de acciones antrópicas y factores naturales como efectos del cambio climático global, inciden y están alterando sistemas de producción en agro ecosistemas y ecosistemas naturales. La degradación de los recursos naturales del suelo, agua, biodiversidad de flora y fauna, es un problema generalizado en diferentes microcuencas o comunidades de la cuenca Alta del Río Bañado; existe una susceptibilidad como inseguridad en las familias, de los riesgos que están expuestos sus sistemas de producción agropecuaria, considerando que las amenazas de tipo climatológico (granizadas, riadas, heladas, sequias), tienen impacto directo en su situación económica, social y cultural, y por ende se incrementa los índices de migración y pobreza rural.

La propuesta está dirigida al sector de recursos hídricos y medio ambiente de la cuenca alta del río bañado, y se enfoca en la presentación de las medidas de mitigación, protección, conservación y restauración de las fuentes y zonas de recarga de los sistemas comunitarios de la cuenca, por tal razón las actividades propuestas están orientadas a atender los factores de riesgo que prevalecen en esta parte de la cuenca.

Con la intervención de la propuesta, se justifica por la necesidad de afrontar los problemas medio ambientales, sociales, económico-productivos e institucionales que se han identificado en el área de acción, dentro de un marco integral para lo cual la propuesta estará enmarcada en los ámbitos Sociales, Físicos, Biológicos e Institucionales que serán desarrollados y estructurados las actividades de cada ámbito.

4.2 Estrategia y Actividades

A continuación, se detallan las estrategias y actividades de cada uno de los ámbitos de la propuesta como ser en lo Social, Físico, Biológico e Institucional de las medidas de protección, conservación y restauración de las áreas y zonas de recarga hídrica de la cuenca Alta del Río Bañado.

4.2.1 ESTRATEGIA SOCIAL

En la parte social se propone las siguientes medidas para la protección, conservación y restauración de áreas de recarga hídrica, las mismas se desarrollan en actividades, justificación, objetivo y descripción de estrategias, estas se describen a continuación:

4.2.1.1 Actividad 1: Desarrollar una metodología continua para monitorear el mantenimiento o mejoramiento de los caudales de fuentes de agua y áreas de recarga hídrica.

a) Justificación

Las familias carecen de información, tienen limitaciones en el acceso a información como también a una metodología adecuada para realizar los monitoreos, mantenimiento o mejoramiento de los caudales de agua, lo que incide en la capacidad para la gestión de recursos económicos, como también no cuentan con instrumentos adecuados y desconocen normativas nacionales y locales que facilitan la implementación de la metodología.

b) Objetivo

El Modelo de metodología está dirigido a familias campesinas, técnicos y líderes de la comunidad en poder utilizar y llevar los registros de monitoreo permanente de los caudales de las diferentes fuentes de agua y áreas de recarga hídrica.

c) Descripción de Estrategias

La metodología propuesta es participativa donde los elementos técnicos y del conocimiento local que permitan de una forma práctica, sencilla y entendible para los actores locales, la identificación de zonas potenciales de recarga hídrica, monitorear los caudales existentes de todas las fuentes de agua de la cuenca alta del río bañado en base a los siguientes aspectos a tomar en cuenta:

- Guías de monitoreo participativo basadas en la observación.
- Medición de precipitaciones y caudales mediante instrumentos de medición de campo, instalados por entidades de investigación.

- Medición de calidad del agua con apoyo de laboratorios certificados.
- Uso de trazadores ambientales para evidenciar la infiltración, en el marco de las metodologías de monitoreo hidrológico.
- Micro mediciones para conocer volumen de agua consumida por usuarios.

Así también utilizar las metodologías de extensión y asistencia técnica, la metodología para el diagnóstico y planificación en toda la cuenca alta del río bañado.

4.2.1.2 Actividad 2: Elaboración de normas y acuerdos comunales de protección, conservación y restauración a las fuentes de agua (vertientes y áreas de recarga de acuíferos).

a) Justificación

Las normas comunales son acuerdos colectivos consensuados entre los habitantes de un territorio determinado, mediante una asamblea general y aprobada por todos los comunarios. Dichas normas regulan el acceso y uso de los recursos naturales, definen los derechos y las obligaciones colectivas e individuales, vinculan a las actividades sociales, culturales, productivas y especialmente garantiza una buena convivencia en la comunidad. Son tan importantes constituir las y ponerlo en práctica con el fin de conservar, proteger, restaurar las fuentes de agua y vertientes de la cuenca alta del río bañado.

b) Objetivo

Con las normas comunales es fortalecer la organización social (usuarios del agua y comunidades) en torno a la gestión del sistema de aprovechamiento de agua y del área de protección de las fuentes.

c) Descripción de Estrategias

En ese contexto, las normas comunales fortalecen la organización comunal cohesionando las diferentes actividades en un territorio, aportando a la consolidación del capital social y a la economía familiar.

Desarrollar normas comunales para el manejo sostenible de la cuenca alta del río bañado, normas que protegen las vertientes, los atajados, ojos de agua, el río y que son acatadas por la comunidad con base en sanciones.

Las normas también hacen referencia a los turnos de riego, el acceso de las personas y ganado a las áreas de las fuentes de agua, los turnos de trabajo para forestación, los

trabajos comunales y otras acciones que coadyuvan a la disponibilidad del agua, pero que al mismo tiempo garantiza la disponibilidad del agua a futuro.

4.2.1.3 Actividad 3: Elaboración de diagnóstico participativo y línea de base.

a) Justificación

El diagnóstico y la línea de base más la planificación participativa de la cuenca alta del río bañado es de vital importancia para las familias locales como para las diferentes instituciones que desarrollan diferentes programas en la zona. El desarrollo de este proceso de construcción del diagnóstico y línea de base también se deben de emplear diversas herramientas participativas, desde la elaboración del árbol genealógico de las comunidades, mapas parlantes para visibilizar los cambios en el territorio y las aspiraciones colectivas.

b) Objetivo

El diagnóstico y la línea de base participativa permitirá el levantamiento y obtención de datos de recurso naturales, aspectos socioeconómicos de la cuenca y desarrollo del sistema de monitoreo (aforo de la fuente, calidad de agua, identificación de flora y fauna).

c) Descripción de Estrategias

El diagnóstico rural y la línea de base de una cuenca se debe desarrollar con un enfoque de planificación participativa donde deberán realizarse en talleres comunales utilizando mapas parlantes, árbol de problemas, transectos, así como las herramientas de análisis de medios de vida y análisis de producción de la cuenca, donde deben desarrollarse y obtener los aspectos que incluye la recopilación de datos, la identificación de los indicadores, la determinación del estado de situación del agua, suelo, bosques, vegetación, biodiversidad y ecosistemas. Permite la identificación de la problemática y sus causas, el establecimiento de la estructura socioeconómica, la determinación de conflictos de uso, la identificación de interrelaciones ecológicas, la evaluación de experiencias, el análisis integrado de la cuenca y la verificación de la pertinencia de la información, como también enfatizando en la participación de todos los actores y la concertación de las instituciones. Un elemento fundamental es la recuperación de saberes locales para tener una mejor gestión del agua y los recursos naturales en la cuenca.

4.2.1.4 Actividad 4: Aplicación de metodologías y herramientas participativas para la identificación e inventariación de las fuentes de agua y priorización de áreas potenciales de recarga hídrica.

a) Justificación

La generación y la aplicación de metodologías, herramientas participativas son de mucha importancia para las comunidades y familias locales de la cuenca alta del río bañado, sobre la identificación e inventario de las fuentes de agua y priorización de áreas potenciales de recarga hídrica, requiere de una visión y abordaje territorial, a ser construido con la gente desde cada contexto local, donde se trabaja las medidas orientadas a la retención de agua para incrementar la humedad del suelo y subsuelo, con la finalidad de mejorar las condiciones locales de protección del suelo y de recuperación o incremento de la cobertura vegetal *in situ* (pastizales, bofedales, etc.) para fines agropecuarios y/o de manejo agrosilvopastoril, tomando como eje la retención, la regulación y la seguridad hídrica.

b) Objetivo

La metodología y herramientas participativas permitirán realizar la identificación e inventario de las fuentes de agua y la priorización de áreas potenciales de recarga hídrica en la cuenca debe ser elaborado con una metodología participativa muy sencilla y vinculante que garantice el desarrollo de las acciones en la cuenca sobre la base de los compromisos de réplica y escalamiento de cada comunidad en el área de cuencas.

c) Descripción de Estrategias

La metodología y herramientas que deben ser aplicadas de manera participativo a todas las familias locales de la cuenca alta del río bañado, estos métodos técnicos deberán estar orientados a las intervenciones mayormente orientadas al incremento *in situ* de la humedad en el suelo y subsuelo en forma muy localizada. Son medidas que permiten captar y contener el agua en el suelo para incrementar y mantener la humedad para el ecosistema local, y particularmente para el crecimiento y mantención de la cobertura vegetal cercana para fines ambientales y productivos.

Así también generación de una línea de base con respecto al grado de degradación del territorio (suelos, agua y otros elementos), composición, calidad y grado de cobertura vegetal de la cuenca, dentro de esta metodología se debe trabajar en dos etapas y utilizando herramientas participativas como ser:

➤ Diseños y estudios técnicos:

- Realización de estudios de base: con respecto al régimen hidrológico, usos de agua, balance hídrico, calidad y seguridad hídrica, inventario de fuentes hídricas de la zona.
 - Estudios hidrogeológicos: para conocer las características litológicas, geohidrológicas, ubicación y potencial de recarga de acuíferos en la zona de la cuenca.
- **Trabajos de campo:**

Se deberá realizar las visitas de campo a la fuente de agua y se procederá a realizar un recorrido por las posibles zonas de recarga hídricas en colaboración con los actores locales. Donde se identificarán lugares que presenten características propias de una zona de recarga hídrica superficial o subterránea, con el fin de poder determinar:

- Pendiente suave.
- Suelo permeable.
- Identificación de roca porosa.
- Cobertura vegetal.
- Apreciación de usos del suelo que puedan favorecer la infiltración.

4.2.2 ESTRATEGIA FÍSICO

En la parte física se propone las siguientes medidas para la protección, conservación y restauración de áreas de recarga hídrica, las mismas se desarrollan en actividades, justificación, objetivo y descripción de estrategias, estas se describen a continuación:

4.2.2.1 Actividad 1: Establecimiento de cercos o cerramientos de fuentes de agua (vertientes, ojos, manantiales y nacientes de quebradas).

a) Justificación

La protección de fuentes de agua o nacimientos se caracteriza como un conjunto de prácticas que se aplican con el objetivo de mejorar las condiciones de producción de agua, en cantidad y calidad, reducir o eliminar las posibilidades de contaminación y optimizar las condiciones de uso y manejo del agua.

b) Objetivo

Los cercos protegen las fuentes de agua y las vertientes del ingreso de animales y personas, de esta manera se garantiza que el agua proveniente de la fuente de agua no se ensucie ni contamine y se disponga de agua limpia para el consumo humano el riego y ganado de toda la cuenca.

c) Descripción de Estrategias

Los cerramientos de las áreas de recarga hídrica y la protección de las fuentes de agua han contribuido en la reducción de la pérdida de cobertura vegetal, en el control al ingreso de animales en áreas de afloramiento de agua, evitando de esta forma la contaminación del agua que fluye de estas fuentes, así como ejerciendo control respecto a los sembradíos que se sitúan en el entorno cercano a la fuente de agua.

Para lograr una protección o cerramiento de un área de recarga hídrica se desarrolla las siguientes actividades que a continuación se detalla:

- Delimitar el área de recarga de la vertiente o área de recarga hídrica.
- Marcación y cavado de hoyos para fijar postes.
- Adquisición de materiales no locales.
- Colocado y fijación de postes.
- Extendido y tesado del alambre de púa en 10 hilos.
- Se prevé proteger 2 hectáreas de superficie con cerco perimetral por cada vertiente, el material requerido es alambre de púa, postes y grapas, para garantizar la protección de las áreas de recarga hídrica a las vertientes.

4.2.2.2 Actividad 2: Construcción de zanjas de infiltración de agua.

a) Justificación

La justificación principal de las zanjas de infiltración descansa en el efecto que producen sobre la estabilización del suelo; es decir, son agentes propiciadores de almacenamiento de humedad para los vegetales, a través del almacenamiento temporal de escorrentías superficiales. Debe señalarse eso sí, que un sistema de zanjas de infiltración por sí solo, no controla totalmente el fenómeno erosivo. Además, es necesario revegetar con pastos, o forestar los espacios intermedios entre zanjas, o adoptar otras prácticas conservacionistas como la aradura. La capacidad de captura de agua de las zanjas debe permitir el almacenaje de un determinado volumen de escorrentía producido por la lluvia. Los sedimentos transportados por la escorrentía suelen ser un contaminante severo en la época lluviosa, principalmente en aquellas fuentes que están ubicadas en los taludes o dentro de los cauces de quebradas; en este caso, la contaminación ocurre por sedimentos orgánicos e inorgánicos, así como por productos aplicados en la agricultura.

b) Objetivo

Los objetivos que se quieren lograr con las zanjas de infiltración son, Captar el agua de lluvia favoreciendo su infiltración en el subsuelo y la recargar de los acuíferos, Evitar la erosión del suelo ocasionada por las aguas de lluvia, Validar como alternativa a los efectos del cambio climático.

c) Descripción de Estrategias

Las zanjas de infiltración, son canales sin desnivel construidos en laderas, los cuales tienen por objetivo captar el agua que escurre, disminuyendo los procesos erosivos, al aumentar la infiltración del agua en el suelo. Estas obras de recuperación de suelos, pueden ser construidas de forma manual o mecanizada, y se sitúan en la parte superior o media de una ladera, para capturar y almacenar la escorrentía proveniente de las cotas superiores.

Normalmente cada zanja de infiltración, tiene las siguientes dimensiones: largo = 2 m; profundidad = 0,4 m; ancho en la base = 0,4 m y ancho en la superficie = 0,5 m.

Las zanjas de infiltración constituyen una práctica que ayuda a la cosecha de agua de lluvia y la recarga hídrica para generar una mayor capacidad para la infiltración de agua a nivel del subsuelo y así regenerar la cobertura vegetal y mejorar la capacidad de infiltración del suelo de toda la cuenca.

4.2.2.3 Actividad 3: Mejoramiento de la operación y mantenimiento de sistemas de microriego e infraestructura hidráulica.**a) Justificación**

En la cuenca alta del río bañado se deberá realizar la construcción de sistemas de microriegos familiares, atajados y estanques de almacenamiento de agua, para luego ver la ampliación de terrenos bajo riego o la provisión de riego suplementario para los cultivos. La implementación de sistemas de microriego tecnificado, la operación, el mantenimiento de los atajados, estanques de almacenamiento son práctica que contribuyen en la cuenca de recarga hídrica de los acuíferos.

b) Objetivo

Los sistemas de microriego tienen altas pérdidas debido a su bajo eficiencia y escasas labores de operación y mantenimiento, una mejora de los sistemas y de la propia operación y mantenimiento mejora la disponibilidad y calidad del agua.

c) Descripción de Estrategias

Con el propósito de mejorar la eficiencia de riego se están implementando diversas variantes de riego tecnificado (aspersión y goteo), lo que ha generado un incremento en los rendimientos de los cultivos y un mayor ahorro del agua porque ahora alcanzan a regar más áreas de cultivo, con la misma cantidad de agua.

Realizar la asistencia técnica y capacitación en el funcionamiento y la aplicación de riego tecnificado requiere trabajar normas, estatutos y reglamentos con todas las familias locales de la cuenca, contar con una organización matriz y líderes comunales para la implementación y funcionamiento de los sistemas microriego en toda la cuenca.

4.2.2.4 Actividad 4: Implementación de bebederos para ganado alejados de las fuentes de agua y zonas de recarga hídrica.

a) Justificación

La implementación de estas medidas físicas contribuye de gran manera en la conservación de las fuentes de agua y evita la contaminación del agua en las fuentes y zonas de recarga hídrica de toda la cuenca.

b) Objetivo

Con la implementación de los bebederos para ganado se garantiza la calidad del agua y la conservación de las fuentes y vertientes de la cuenca, como también contribuye a la producción pecuaria en contar con infraestructura para ganado.

c) Descripción de Estrategias

un bebedero pecuario es una infraestructura que se emplea para abastecer de agua al ganado, principalmente en el periodo de secas, mediante la captación directa de agua de lluvia y de fuentes de agua permanente, se compone por un techo de sombra, para el abastecimiento de una línea de conducción proveniente de una obra de toma de captación, para luego almacenar en los bebederos de plástico móviles, más su flotador.

Usualmente se le ubica aguas abajo del borde, presas o fuentes de agua de abastecimiento y fuera del cerramiento de protección de vertientes de captación como también alejados de las zanjas de infiltración de las áreas de recarga hídrica.

- Almacenar agua para el consumo de los animales durante todo el año y principalmente para el periodo de estiaje.
- Evitar el trabajo de los productores en acarreo de agua para el ganado.
- Disminuir la distancia de recorridos de los animales a la fuente de agua.

- Evitar la contaminación del agua almacenada en la vertiente, ojo o manantial, presa y atajado.
- Disponer siempre de agua permanente para el consumo del ganado.
- Los bebederos son de una capacidad de 350 litros con protección UV.

4.2.3 ESTRATEGIA BIOLÓGICO

En la parte biológica se propone las siguientes medidas para la protección, conservación y restauración de áreas de recarga hídrica, las mismas se desarrollan en actividades, justificación, objetivo y descripción de estrategias, estas se describen a continuación:

4.2.3.1 Actividad 1: Plantaciones forestales con especies nativas en fuentes de agua.

a) Justificación

La forestación con especies nativas en las cabeceras de cuenca y en los terrenos en pendiente es una de las prácticas que mejores resultados ha dado para mantener la calidad y cantidad de los servicios ecosistémicos hídricos que la cuenca provee (regulación hidrológica de la cuenca). Las especies forestales nativas reúnen las características ecológicas y generan una mayor humedad en el hábitat y el suelo, permiten el desarrollo de la cobertura vegetal y la formación de materia orgánica y, por tanto, el desarrollo de especies de flora y fauna de manera natural, además de contribuir con la producción de agua dulce en la cuenca.

b) Objetivo

La forestación con árboles, arbustos y pastos ayudan a mantener la humedad del suelo y ofrecen protección contra la erosión hídrica, eólica y contribuye en la generación de microclimas en la zona.

c) Descripción de Estrategias

Sembrar plantas que favorezcan la infiltración del agua, es una acción que contribuye a mantener y conservar las fuentes de agua como también de crear micro climas naturales que favorecen en aumentar y mantener la cantidad de agua, entre las especies de árboles que se deben plantar o sembrar deben ser perennifolias (que conservan follaje durante todo el año), de raíces profundas y verticales, de follaje amplio y de gran ramificación entre ellas tenemos, almendro de río, mango, nogal, guayabo, moringa, cerezo, ceibo, entre otras. También se sugiere utilizar plantas endémicas y que se adapten al clima del lugar.

4.2.3.2 Actividad 2: Sembrar mejores especies de pasto y evitar el sobrepastoreo.

a) Justificación

La siembra de pastos y evitar el sobrepastoreo del ganado en terrenos cabeceras de recarga hídrica contribuye a la regeneración y conservación del ecosistema (flora y fauna) nativa de la zona para preservar en cantidad, calidad y continuidad el agua en la fuente. Incremento de la biomasa como aporte a la fijación de carbono y mitigación del Cambio Climático.

b) Objetivo

Desarrollar prácticas de siembra de pastos resistentes a la sequía y de protección del suelo y agua que permita la conservación y productividad sostenible del sistema silvopastoril en la cuenca.

c) Descripción de Estrategia

la siembra de variedad de pastos se debe implementar en zonas o áreas de recarga hídrica en terrenos desprotegidos o chacos abandonados de explotación extensiva, esto con fin de recuperar y proteger las fuentes de agua y suelo de la cuenca. Entre las actividades que se deben de realizar para la implementación se tienen:

- Preparación de suelos con maquinaria y tracción animal.
- Compra de semillas forrajeras de brizantha y maní forrajero.
- Siembra de especies forrajeras: al voleo, en surcos y a golpe.
- Manejo de pastos establecidos.
- Superficies de terrenos con cerco de protección de 2 hectáreas aproximadamente.

4.2.3.3 Actividad 3: Plantación de plantas acuáticas en las fuentes de agua y vertientes.

a) Justificación

la implementación de plantas acuáticas en las fuentes de agua es de vital importancia por los diferentes beneficios que aporta en la cuenca, permitirá garantizar la protección de fuentes de agua, cerco vivo, forraje, medicina humana y animal, recuperación de suelos, control de erosión, y en construcción, y se le atribuye la capacidad de inducir el nacimiento y aumento del agua.

b) Objetivo

Con la plantación de especies acuáticas en las fuentes de agua de la cuenca tienen el objetivo de recuperar, conservar y proteger las fuentes de agua, prevenir la erosión y contribuir a la nutrición animal.

c) Descripción de Estrategia

Las plantas acuáticas son ampliamente utilizadas en los sistemas ganaderos por su habilidad para recuperar y proteger fuentes de agua, prevenir erosión y contribuir a la nutrición animal. Estas plantas son herbáceas pertenece a la familia Araceae entre ellas tenemos, Bore, Totorá, Cartucho, Lampazo y Cola de Caballo entre otras, estas plantas alcanzan hasta 5 m de altura con hojas de 1,5 m de longitud y se desarrollan en los valles interandinos y en las cordilleras hasta 1.800 msnm.

La reproducción de estas plantas acuáticas es mediante estacas, trozos o discos del tallo aéreo con presencia de yemas, los cuales se siembran a una profundidad de 12 a 18 cm, para suelos pesados y sueltos respectivamente. Las plantas deben estar dispuestas, como mínimo, a 1 m entre plantas y a 1,5 m entre surcos.

La plantación de estas especies se debe realizar dentro de las fuentes de agua que están con cercos de protección de vertiente.

4.2.3.4 Actividad 4: Construcción de vivero comunitario.**a) Justificación**

La creación del vivero comunitario permitirá la producción de plantas y nos garantiza tener plántulas de calidad y adaptada a nuestra comunidad, lo que contribuirá a formar plantaciones y sistemas de agroforestería sostenibles el uso del espacio protegido generar fuentes de ingreso y promueve la forestación.

El vivero, comunal contribuirá a la producción de diferentes especies que se requiere para forestar y reforestar las vertientes, fuentes de agua y áreas de recarga hídrica de la cuenca, para ello se utilizará los métodos de propagación de plantas conocidas en la zona.

b) Objetivo

La construcción de viveros comunales tiene como objetivo que las familias locales implementen y produzcan plántulas en vivero comunales destinado a la producción y reproducción de plantas forestales, ornamentales frutales y medicinales, que serán

utilizadas en plantaciones forestales y agroforestales principalmente en las fuentes de agua y áreas de recarga hídrica de la cuenca.

c) Descripción de Estrategia

El vivero comunitario cuenta con un conjunto de instalaciones, maquinaria, equipos, herramientas e insumos para el funcionamiento, en el cual se aplican técnicas apropiadas para la producción de plántulas forestales, frutícolas, ornamentales y medicinales con talla y calidad apropiada según la especie, para su plantación en un lugar definitivo, con el consecuente mejoramiento ambiental de la cuenca.

4.2.4 ESTRATEGIA INSTITUCIONAL

En la parte institucional se propone las siguientes medidas para la protección, conservación y restauración de áreas de recarga hídrica, las mismas se desarrollan en actividades, justificación, objetivo y descripción de estrategias, estas se describen a continuación:

4.2.4.1 Actividad 1: Concertación de Leyes, normas y reglamentos municipales de protección de fuentes de agua de la cuenca.

a) Justificación

Las leyes, normas y reglamentos municipales que deben ser trabajadas e implementadas con la finalidad de contribuir la protección, conservación de las fuentes de agua como también la implementación de medidas de mitigación ambiental en toda la cuenca, así mismo darles una seguridad jurídica de respaldo a las familias locales para normar la deforestación prohibición de la tala y quema de árboles en las fuentes de agua y vertientes.

b) Objetivo

El establecimiento de leyes y normas comunales municipales donde complementen las medidas físicas y biológicas destinadas a la protección, conservación y restauración del área de recarga hídrica.

c) Descripción de Estrategias

Estas leyes, normas y reglamentos municipales deberán ser trabajados con los actores locales, municipal y departamentales estableciendo y definiendo los derechos, responsabilidades, obligaciones, prohibiciones y multas, estas actividades deberán ser trabajados en talleres participativos comunales, para su posterior redacción y prolongación de estas normativas.

4.2.4.2 Actividad 2: Revalorización de usos y costumbres (normas comunales), para la protección y conservación del área de recarga de las fuentes de agua, para su aprovechamiento sustentable.

a) Justificación

Con la revalorización de los conocimientos y prácticas tradicionales relacionados a la conservación de la naturaleza. Las herramientas de análisis y planificación consideran las dinámicas locales, como el calendario agrícola, festivo que sirve para dimensionar los tiempos, desde una perspectiva intercultural.

b) Objetivo

La revalorización y la aplicación de normas comunales que prevean los derechos y obligaciones con la Madre Tierra protección de fuentes de agua, restauración de los sistemas de vida afectados por las actividades humanas y mecanismos para la preservación de la vida.

c) Descripción de Estrategias

Estas experiencias locales son muy importantes poderlas rescatar y aplicar respetando sus usos y costumbres establecidos donde valoran y respetan a la Madre Tierra, y a los recursos naturales, calendario agrícola, las festividades y también al sol y la luna que influyen en gran manera para realizar los manejos y usos de la tierra, agua y plantas y la producción agrícola y pecuaria.

4.2.4.3 Actividad 3: Generación de espacios de concertación para lograr acuerdos para la conservación de áreas de recarga con roles y responsabilidades equitativas.

a) Justificación

La implementación de esta medida contribuirá a la falta de inequidades relacionadas con aspectos de género e interculturalidad, que se presentan en el desarrollo de las actividades, son la falta de participación de mujeres en los espacios de decisión y concertación, a la hora de la implementación de los sistemas de protección de fuentes, y la falta de consideración e integración de aspectos socioculturales, en el proceso de concertación entre usuarios del agua.

b) Objetivo

Inclusión equitativa de hombres y mujeres en espacios de decisión y concertación, y en procesos de desarrollo de capacidades destinadas al manejo y protección de recursos naturales.

c) Descripción de Estrategias

La concertación interinstitucional es clave en todo el proceso de gestión; por eso, es necesario integrar la intervención de las instancias presentes en la zona, para tener mayor impacto en la gestión integral de las cuencas. En lo posible se deben evitar esfuerzos aislados de algunas instituciones y/o personas que trabajan sin enfoques integrales y sistémicos de gestión de cuencas y recursos naturales.

4.2.4.4 Actividad 4: Desarrollo de capacidades en técnicos/as y líderes de las organizaciones locales de la cuenca.**a) Justificación**

Los trabajos de fortalecimiento de las organizaciones comunales y de las instancias públicas y privadas con presencia en la cuenca, deben ser realizados por el GAM. Así como la formación de líderes comunales, de modo que se cuente con personas capacitadas para liderar el proceso de gestión y asegurar la continuidad de las acciones en la cuenca.

b) Objetivo

Garantizar el apoyo de los Técnicos Municipales asignados al área para que, con recursos impresos e ilustrativos, puedan motivar y sensibilizar de manera permanente en las comunidades.

c) Descripción de Estrategias

Para la articular o consolidar los servicios de asistencia técnica y acompañamiento que se requieren a nivel local por parte de los GAM y de otras instancias para la gestión de la cuenca en una perspectiva de mediano y largo plazo. Es fundamental que los Gobiernos Autónomos Municipales avancen hacia la institucionalización de la gestión de cuencas y el agua, reflejando esto en su estructura organizativa con asignación de recursos económicos y recursos humanos con el fin de consolidar los líderes comunales.

Las organizaciones indígenas originaria campesinas, son actores clave para incidir en que los Gobiernos Autónomos Municipales incluyan iniciativas referidas a la gestión de

cuencas y recursos naturales, tanto en su POA, como en el Plan Territorial de Desarrollo Integral (PTDI).

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al desarrollar el presente trabajo, se puede mostrar los cambios que se pueden lograr como lo muestran las experiencias presentadas a través de la aplicación de un conjunto de estrategias e iniciativas, para lo cual se ha revisado los distintos enfoques de las más variadas modelos de entidades y autores de medidas de mitigación ambiental para el caso de protección, conservación y restauración de las recargas hídricas. A continuación, exponemos un conjunto de conclusiones y recomendaciones específicas que constituye los resultados de la monografía:

5.1 Conclusiones

- Los principales problemas de la cuenca Alta del Río Bañado están relacionados con la pérdida de cobertura forestal, la degradación de los suelos, la baja productividad agrícola y la disminución crónica de las fuentes de agua, como también las fuentes de vertientes, ojos y ríos de la cuenca.
- La concentración de lluvias en pocos meses, con manifestaciones en forma de lluvias torrenciales, está provocando mayor escorrentía y poca infiltración del agua en el suelo, como también la capacidad de infiltración del suelo está siendo afectada por la escasa vegetación que se tiene en las áreas de recarga hídrica de la cuenca.
- Esta situación, hace que las familias que dependen de la fuente de agua estén en condiciones más vulnerables, así también puede originar conflictos por el acceso y uso de los recursos hídricos entre familias que viven en el área de recarga y los beneficiarios de la fuente, que se encuentran en la parte baja de la cuenca.
- Estos efectos negativos son agravados por la forma de uso y aprovechamiento de los recursos naturales, en las áreas de recarga hídrica (sobrepastoreo, deforestación, chaqueos, contaminación por agroquímicos, cultivo en laderas sin medidas de protección), que provocan la pérdida de la cobertura vegetal y agravan los procesos erosivos, lo que ocasiona la disminución de la capacidad de infiltración del suelo y, consecuentemente, una menor recarga de los acuíferos de la cuenca.
- Por otra parte, la concentración del ganado en áreas próximas a las fuentes de agua, ocasiona la compactación de estos suelos permeables por apisonamiento y la contaminación del agua, debido a los desechos animales mayores.

- Las principales inequidades relacionadas con aspectos de género e interculturalidad, que se presentan, son la falta de participación de mujeres en los espacios de decisión y concertación, a la hora de la implementación de los sistemas de protección de fuentes, y la falta de consideración e integración de aspectos socioculturales, en el proceso de concertación entre usuarios del agua.
- Las familias de la cuenca carecen de información, tienen limitaciones en el acceso a información, lo que incide en la capacidad para la gestión de recursos económicos, así también no cuentan con instrumentos adecuados y desconocen normativas nacionales y locales que dificultan la implementación de medidas ambientales en la cuenca.
- La formación y fortalecimiento de actores locales es de mucha importancia para la toma de decisiones para una gestión del agua más sustentable y eficiente, lo que permitirá generar una mayor sensibilización de los gestores locales del agua, y voluntad política de las autoridades y técnicos locales (municipios).
- Las acciones propuestas a ser desarrolladas muestran que las medidas de protección y conservación en zonas de recarga hídrica y de tomas de agua bajo un enfoque participativo y GIRH/MIC. Contribuirán de gran manera y positivamente en la calidad de las aguas y la mejora de las tierras agrícolas.
- La promoción de servicios de asistencia técnica local se basa en contar con familias/productores líderes (familias exitosas que han logrado avances significativos en el mejoramiento de su producción, ingresos a partir del desarrollo de prácticas locales de manejo de sus fuentes y tierras agrícolas que mejoran sus ingresos y disponibilidad de alimentos) que puedan replicar y ampliar este aprendizaje a otras familias de su comunidad.

5.2 Recomendaciones

- Implementar las acciones estratégicas propuestas en la presente propuesta de protección de fuentes de agua que se un conjunto de medidas prácticas, orientadas a la protección y conservación del área de recarga de las fuentes de agua, para asegurar su disponibilidad (calidad, cantidad y continuidad) y mejorar la provisión de agua para diferentes usos (consumo humano, riego, ganadería y medio ambiente).
- Elaboración de metodologías participativas para el levantamiento de línea base, protección de fuentes de agua y desarrollo del sistema de monitoreo aforo de la

fuentes, calidad de agua, identificación de flora y fauna, como también para la priorización de áreas potenciales de recarga hídrica de la cuenca.

- Desarrollo de capacidades de técnicos municipales, Gobernaciones y líderes de las organizaciones locales para la formulación participativa e implementación de las propuestas del presente trabajo.
- Definición de roles y responsabilidades, tomando en consideración los aspectos socio-culturales, mencionados en los puntos anteriores, para desarrollar la propuesta entre actores sociales usuarios del agua y familias de la cuenca alta e institucionales, Gobiernos Autónomos Municipales y Departamentales.
- Ejecución de medidas de mejoramiento del sistema de aprovechamiento de agua e implementación de bebederos para el ganado fuera del área de la fuente de agua, que es parte de la propuesta.
- Establecimiento de normas comunales y municipales, que complementen las medidas físicas destinadas a la protección del área de recarga hídrica y fuentes de agua de la cuenca.
- Incidencia política a nivel municipal, departamental y nacional para canalizar inversiones que posibiliten la protección de fuentes de agua en los sistemas de aprovechamiento existentes por las autoridades correspondientes.
- Gestionar la implementación del vivero comunal destinado para la producción de plántulas forestales, frutícolas, ornamentales y medicinales con el fin de forestar y reforestar las áreas de recarga hídrica y fuentes de agua de la cuenca.

BIBLIOGRAFÍA

G.A.M. Monteagudo (2016), Plan Territorial de Desarrollo Integral PTDI del Gobierno Autónomo Municipal de Monteagudo 2016-2020, Chuquisaca-Bolivia.

Ministerio de Agricultura y Riego del Perú-Viceministerio de Políticas Agrarias MINAGRI, (2006), Rumbo a un Programa Nacional de Siembra y Cosecha de Agua: Aportes y reflexiones desde la práctica, Lima-Perú, edición AsG Nicolas Bernex.

Carlos Saavedra / Martin del Castillo. (2014). Experiencias locales en la gestión del agua. Gobernanza del agua y gestión integrada de los recursos hídricos en mancomunidades de municipios en Bolivia, HELVETAS Swiss Intercooperation. Cooperación Suiza en Bolivia.

MASAI. (2011). Efectos e impactos de proyectos de gestión integrada de recursos hídricos, con enfoque de desarrollo territorial en zonas de pobreza de la sierra del sur del Perú. Lima Perú.

Maza C. (2012). Memoria Foro Andino del Agua 2011, CONCERTACION, CONSORCIO ANDINO DEL AGUA, IPROGA, JUSTICIA HIDRICA, Lima Perú.

Bernex, Nicole. (2003) Hacia una gestión integrada de los recursos hídricos del Perú. Lima: Global Water Partnership. Comité Técnico para América del Sur. Comité Consultivo del Perú. Disponible en: (2006). "Agua y Ecosistemas: De los diferentes enfoques de gestión a una apuesta para el bien común". Piura: GIGA-PUCP, 16/1/2006.

Chow W. (1994). CHOW, Ven Te. Hidráulica de los Canales Abiertos. México. Editorial Mc Graw-Hill.

Aparicio Mijares Francisco (1989). Fundamentos de Hidrología de Superficies. México Editorial Limusa México.

Sadoff, C.; Muller, M. (2010). La gestión del agua, la seguridad hídrica y la adaptación al cambio climático: Efectos anticipados y respuestas esenciales. Global Water Partnership. TEC Background Papers N 14.

Ward, A.D. y S.W. Trimble. (2004). Hidrología Superficial. CRC Lewis, 2ª ed. 475 pp.

Maidment G. (1992). Tratado de Hidrología Aplicada, Barcelona España. G. Remenieras; E.D.A.; Barcelona; 1971 y reimpresiones. 2. " Hidrología para Ingenieros "; R. Linsley, M. Köhler y J. Paulhus; Mc Graw - Hill; Bogotá; 1992.

Vogel, A.; Rojas, J & Sallo, C. (2005). Participar y concertar para una gestión sostenible de los recursos naturales en microcuencas altoandinas del Perú. PRONAMACHCS. Lima, Perú.

Davie T. (2002). Fundamentals of hydrology. Routledge, Londres, Gran Bretaña, 169 pp. CALIDAD DE AGUA EN RÍOS DE MONTAÑA CON IMPACTO ANTRÓPICO. Editorial Mc.

Montes M. (2000). Indirect determination of fluoride traces in natural waters by ion chromatography and ICP-MS detection. Application note. University of Oviedo, Spain; 2000.

UNESCO Santiago. (2012). Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo. Marco de evaluación de factores asociados.

FOCARD-APS, (2018). OFICINA REGIONAL / FOCARD-APS/SICA Guía para elaborar e implementar planes modelos para la protección de fuentes y áreas de recarga para operadores comunitarios, Ciudad Merliot, El Salvador. Edificio SICA.

Rodríguez T, (2012). Diagnóstico del Agua en las Américas. Red interamericana de Academias de Ciencias. Foro consultivo científico y tecnológico. DF-México. Editorial.

MASAI, (2011). Efectos e impactos de proyectos de gestión integrada de recursos hídricos, con enfoque de desarrollo territorial en zonas de pobreza de la sierra del sur del Perú. Lima Perú. Editorial Sur.

Akmouch, A. (2012). Water Governance in Latin America and the Caribbean. Paris, France. Editorial A Multi-Level Approach.

Saavedra, C., & del Castillo, m., et al. (2013). Procesos de concertación local para la gestión y protección de fuentes de agua en cuencas altoandinas: Estudio de caso en mancomunidades de municipios en Bolivia. Helvetas Swiss Intercooperation. Cooperación Suiza en Bolivia.

Saavedra, C., & Huanca m. J. (2012). 1ra Fiesta Nacional del Agua: Experiencia de un proceso de gestión social del agua en microcuencas. La Paz, Bolivia. Helvetas Swiss Intercooperation. Cooperación Suiza en Bolivia.

Carlos Saavedra / Martin del Castillo. (2014). Experiencias locales en la gestión del agua. Gobernanza del agua y gestión integrada de los recursos hídricos en mancomunidades de municipios en Bolivia, HELVETAS Swiss Intercooperation. Cooperación Suiza en Bolivia.

Marcos J. Vieira, (2002). PROTECCIÓN Y CAPTACIÓN DE PEQUEÑAS FUENTES DE AGUA. El Salvador. Una producción del Proyecto CENTA - FAO – Holanda “Agricultura Sostenible en Zonas de Ladera - Fase II”.

ANEXOS

Anexo N.º 1

Guía de Cuestionario:

El presente cuestionario pretende aclar y contribuir a los objetivos planteados, estas encuestas se trabajarán con la formulación de dos encuestas con preguntas cerradas y abiertas, las mismas se aplicaron a un miembro de la familia que representa autoridad y que cuenta con fuente de agua en sus respectivas propiedades, en base a dos directrices:

1. Uso actual de las fuentes de agua en la cuenca.
2. Causas del deterioro de las áreas de recarga hídrica.

Planilla de Campo N.º 1: Uso actual de las fuentes de agua en la cuenca.

1.- ¿Usted para que usa su fuente de agua?

- a. Consumo propio
- b. Ganado
- c. Riego y consumo

2. ¿Su fuente de agua tiene agua en la época de estiaje?

- a. Si
- b. No
- c. Algunos años si y otros no

3. ¿Ha aumentado o disminuido el caudal de agua en su fuente de agua?

- a. Aumento
- b. Disminuyo
- c. Se seco.

4. ¿Cuál es el estado de conservación de su fuente de agua?

- a. Bueno
- b. Regular
- c. Mala
- d. No sabe

5. ¿Desea y está de acuerdo que se realice cerramientos alrededor de su fuente de agua para su protección?

a. SI

b. NO

c. Depende de.....?

Anexo N.º 2

Planilla de Campo N.º 2: Causas del deterioro de las áreas de recarga hídrica.

- 1.- ¿Usted conoce y para qué sirve el área de recarga hídrica?
 - a. SI
 - b. NO

En caso de responder **SI**, para que sirve:
2. ¿Del afloramiento de su fuente de agua, hacia arriba que actividad económica usted practica?
 - a. Producción bovina, porcina y agrícola
 - c. Solo agricultura
 - d. Forestal
 - e. otros.....?
3. ¿La actividad de la crianza de ganado es a campo abierto en el sector de las áreas de recarga hídrica de las fuentes de agua?
 - a. SI
 - b. NO
 - c. Otro.....?
4. ¿Qué prácticas de manejo y conservación de suelos realiza de la vertiente hacia arriba?
 - a. Terrazas de banco con muros de piedra o callapos
 - b. Terrazas de banco de formación lenta con barreras vivas
 - c. Zanjas de infiltración
 - d. Control de cárcavas
 - e. Forestación con especies nativas o exóticas
 - f. No realiza
5. ¿Las áreas donde realiza su actividad económica, ya sea ganadera o agrícola, donde se encuentran vertientes, como es la pendiente del terreno?
 - a. Plano
 - b. Semi moderado (1-10%)

b. Moderado (entre 10-25%)

c. Mayor a 25%

d. No sabe

6. ¿Cómo es su suelo alrededor de la fuente de agua y más arriba donde practica su actividad económica?

a. Arenoso

b. Semi arenoso

c. Arcilloso (greda)

d. Pedregoso.