



**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL  
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**Gestión del recurso hídrico en la cuenca alta del río  
Caldera, Panamá**

**Por**

**Juan Tomás Arosemena Jované**

**Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado  
como requisito para optar por el grado de**

***Magister Scientiae*  
en Manejo y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas**

**Turrialba, Costa Rica, 2010**

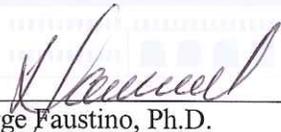
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del Estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

**MAGISTER SCIENTIAE EN MANEJO Y GESTIÓN INTEGRAL  
DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS**

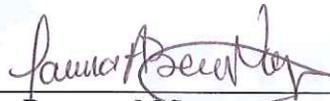
**FIRMANTES:**



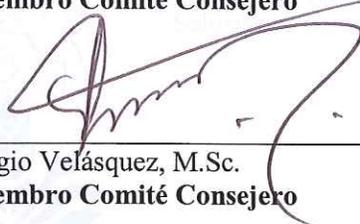
Francisco Jiménez, Dr.Sc.  
**Consejero Principal**



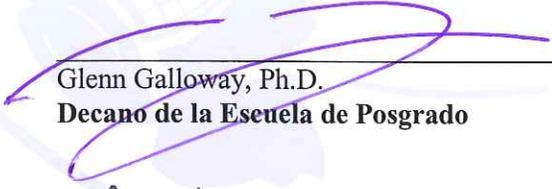
Jorge Faustino, Ph.D.  
**Miembro Comité Consejero**



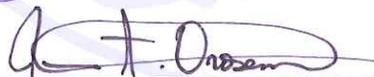
Laura Benegas, M.Sc.  
**Miembro Comité Consejero**



Sergio Velásquez, M.Sc.  
**Miembro Comité Consejero**



Glenn Galloway, Ph.D.  
**Decano de la Escuela de Posgrado**



Juan Tomas Arosemena Jovane  
**Candidato**

## **DEDICATORIA**

A Dios todopoderoso quien es guía de mi vida, fuente de inspiración, amigo inseparable.

Gracias por darme la motivación, la sabiduría y la tenacidad para seguir adelante en el camino que me has trazado.

A mi familia: Mi esposa Ingrid Soraya, mi hijo Tomás Jacobo... Esos dos seres tan divinos que han vivido junto a mí muchos momentos de pasión, motivación y esperanza en esta etapa de mi vida. Este logro es para ustedes...

A mis padres Juan Tomas Arosemena García y Numidia Jované de Arosemena; quienes con su ejemplo de coraje, gallardía, tenacidad y trabajo, supieron enseñarme el respeto a las personas, el amor a la vida y el esfuerzo constante para seguir adelante en busca de los sueños.

A mis hermanas y sobrinos: Tania, Johanna, Katlin y Logancito; por ser fuente de motivación durante los estudios.

## **AGRADECIMIENTOS**

Dios Todopoderoso creador y dador de vida, por darme la fuerza de voluntad, iluminarme y guiarme para terminar con éxito una etapa más de mi vida profesional.

Al Dr. Francisco Jiménez, profesor consejero, por su valioso apoyo y orientación recibida durante el desarrollo del trabajo de investigación y elaboración del documento.

Muchas gracias por su valiosa ayuda, sus consejos, comprensión y paciencia.

A los miembros de mi comité asesor: Sergio Velázquez, Jorge Faustino y Laura Benegas, por los consejos y la ayuda brindada en la estructuración y desarrollo de la tesis.

A todos los actores claves de la municipalidad del distrito de Boquete, organizaciones, instituciones y usuarios del agua, gracias a su colaboración se facilitó mi fase de campo.

A todo el personal administrativo, académico y técnico, del CATIE.

A mis amigos y compañeros de CATIE, promoción 2009-2010.

En fin, quiero agradecer a todos y a cada una de las personas que de forma directa e indirecta me ayudaron a alcanzar esta meta.

## **BIOGRAFÍA**

El autor nació en la ciudad de David, Provincia de Chiriquí, Panamá el 12 de julio de 1979. Realizó sus estudios secundarios como Bachiller en ciencias en colegio Félix Olivares Contreras en 1996. Continúo con sus estudios universitarios en la Universidad de Panamá Facultad de Ciencias Agropecuarias en el periodo 1998-2003, graduándose como Ingeniero Agrícola con orientación en manejo de cuencas hidrográficas. En su carrera profesional ha desempeñado diferentes cargos como consultor ambiental en la empresa privada y en diferentes ONG. En el 2005 hasta la actualidad inicia labores en el IDIAP (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá) como investigador Agrícola en el proyecto de viabilidad de agronegocio en las principales cuencas hidrográficas en Panamá. En enero del 2009 ingreso a Escuela de postgrado Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) donde obtuvo su *Magister Scientiae* en Manejo y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas en diciembre del 2010.

## **BIOGRAPHY**

The author was born in David city, province of Chiriquí, Panama, the 12<sup>th</sup> of July of 1979. He completed his secondary studies as a Bachelor in Science at Felix Olivares Contreras in 1996. He continued with his undergraduate studies at the Agricultural Science Faculty at the University of Panama, obtaining the degree of Agriculture Engineer with focus in watershed management. During his professional career he has worked in different charges as an environmental consultant in the private sector and different NGO's. From 2005 till now he has been working at the IDIAP (Agricultural Investigation Institute of Panama), as an agriculture investigator in the agro business feasibility project around the main watersheds in Panama. In January of 2009 he was admitted at the Graduate School of Tropical Agriculture Research and Higher Education (CATIE), Costa Rica, where he obtained the degree of Master of Science in Integrated Watershed Management in December 2010.

# CONTENIDO

DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
BIOGRAFÍA .....	V
CONTENIDO .....	VI
ÍNDICES DE CUADROS .....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	XIV
RESUMEN.....	XVII
ABSTRACT.....	XVIII
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Objetivos del estudio.....	3
1.1.1 Objetivo general.....	3
1.1.2 Objetivos específicos y preguntas de investigación.....	3
2. MARCO REFERENCIAL.....	6
2.1 Conceptos básicos .....	6
2.1.1 Cuenca hidrográfica .....	6
2.1.2 Manejo integral de cuencas hidrográficas.....	7
2.1.3 Gestión del agua al nivel de cuencas hidrográficas .....	7
2.1.4 Gestión integral de cuencas hidrográficas .....	8
2.2 El agua como recurso integrador de la cuenca.....	9
2.3 Gestión integrada del recurso hídrico .....	10
2.4 Planificación de recursos hídricos bajo el enfoque territorial de cuencas .....	11
2.5 Gobernanza y gobernabilidad del agua.....	12
2.6 Los recursos hídricos en Panamá .....	15
2.7 Uso y oferta del agua en Panamá.....	16
2.8 Usos actuales del recurso hídrico por sector productivo.....	17
2.9 Usos actuales del recurso hídrico en la cuenca alta del río Caldera .....	21
2.10 El balance hídrico en la evaluación de recursos hídricos.....	21
2.11 Institucionalidad nacional, provincial y local para la gestión de recursos hídricos en Panamá.....	23
2.12 Redes, tejido social y análisis de redes sociales.....	27

2.13 El pago por servicios ecosistémicos en la gestión de recursos hídrico.....	29
2.14 Esquemas de pago por servicio ecosistémico hídrico en cuencas .....	31
3. METODOLOGÍA .....	35
3.1 Ubicación y descripción general del área de estudio .....	35
3.1.1 Características climáticas.....	35
3.1.2 Caracterización económico –productiva.....	36
3.1.3 Uso del agua y su gestión en la subcuenca del río Caldera .....	40
3.1.4 Presencia de instituciones y organizaciones .....	41
3.2 Procedimientos metodológicos .....	42
3.3 Descripción de la metodología por objetivos .....	44
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	52
4.1 Inducción de la investigación con actores claves de la subcuenca del río Caldera .....	52
4.2 Resultados por objetivos.....	52
4.2.1 Objetivo 1: Analizar el marco legal e institucional para el manejo y de la gestión del recurso hídrico cuenca alta del río Caldera.....	52
a) Leyes, reglamentos, que tiene relación directa con el recurso hídrico en Panamá.....	53
b) Decretos y resoluciones relacionados con el agua en Panamá.....	56
c) Análisis FODA sobre la implementación de leyes en la gestión de recursos hídricos en Panamá.....	58
d) Institucionalidad del agua en Panamá .....	59
e) Institucionalidad organizativa del agua en Panamá.....	63
f) Experiencias en el tema del agua a nivel de competencia institucional.....	65
4.2.2 Objetivo 2. Determinar la disponibilidad y principales usos de agua superficial cuenca alta del río Caldera.....	69
4.2.2.1 Uso y magnitudes de consumo del recurso hídrico en la cuenca alta de río Caldera. ..	69
4.2.2.2 Evaluación de las componentes del balance hídrico en cuenca alta río Caldera. ....	79
a) Cambios de almacenamientos ( $\Delta V$ ) .....	80
b) Volumen de lluvia ( $V_{II}$ ) .....	80
c) Retorno de agua desde los diferentes usos ( $R_t$ ).....	83
d) Extracción por bombeo de los acuíferos ( $B$ ).....	85
e) Volumen aportado por los manantiales( $V_{man}$ ).....	85
f) Evapotranspiración potencial ( $E_t$ ).....	86

g) Infiltración de la lluvia hacia las capas profundas del suelo (In) .....	87
h) Intercepción de lluvia por la vegetación (Inter).....	87
i) Perdidas por fugas del sistema de distribución domestica en la cuenca alta del río Caldera (f).....	88
j) Volumen de escurrimientos aguas abajo, a la salida de la cuenca (Ab).....	89
4.2.2.3 Resultados del balance hídrico en la cuenca alta del río Caldera. ....	89
4.2.2.4 Disponibilidad de agua en la cuenca alta del río Caldera. ....	93
4.2.3 Objetivo 3. Determinar la situación actual de algunos componentes de la gobernanza y la gestión del agua en la cuenca alta del río Caldera. ....	97
4.2.3.1 Identificación y caracterización de los actores relacionados gestión del agua en la cuenca alta del río Caldera.....	97
4.2.3.1.1 Caracterización de los actores de cuenca alta del río Caldera y su percepción con respecto a la situación actual de la gestión del agua. ....	100
4.2.3.1.2 Percepción con respecto a la existencia organizaciones locales, comunitarias, adicionales a los entes estatales que velan por el uso, manejo y gestión del agua. ....	102
4.2.3.1.3 Percepción de los actores presentes cuenca alta del río Caldera con respecto a la existencia de estudios sobre la oferta y la demanda actual y proyectada de agua para diferentes usos.....	104
4.2.3.1.4 Percepción de los actores presentes cuenca alta del río Caldera con respecto a la existencia de Responsabilidad Empresarial Ambiental (REA) o Responsabilidad Social Ambiental (RSA) en la gestión del agua en la subcuenca. ....	105
4.2.3.1.6 Relacionamiento entre actores de la gestión del agua en la cuenca alta del río Caldera. ....	107
4.2.3.1.7 Análisis FODA sobre la gestión del recurso hídrico en la cuenca alta del río Caldera. ....	116
4.2.4 Objetivo 4: Determinar si existen las condiciones para establecimiento de un esquema de Pago por Servicio Ecosistémico Hídrico (PSEH) en cuenca alta del río Caldera.....	119
4.2.4.1 Resultados obtenidos de la aplicación de la guía de diagnostico rápido, cuenca alta del río Caldera.....	122
4.2.5 Objetivo 5: Proponer de estrategias y acciones para la gestión integrada del recurso hídrico en la cuenca alta del río Caldera.....	129

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	132
5.1 Conclusiones .....	134
5.2 Recomendaciones .....	135
6. LITERATURA CITADA .....	137
7. ANEXOS .....	146

## ÍNDICES DE CUADROS

Cuadro 1. Oferta del agua del medio ambiente de la república de Panamá, años 2000 a 2007..	16
Cuadro 2. Relevancia del recurso hídrico para los sectores productivos de mayor consumo en Panamá.....	17
Cuadro 3. Gestión pública del sector agua Panamá.....	24
Cuadro 4. Tipos de indicadores más comunes en una red.....	29
Cuadro 5. Resumen de la legislación panameña específica sobre aguas.....	54
Cuadro 6. Resumen de decretos y resoluciones de la legislación panameña sobre aguas.....	56
Continuación del cuadro 6. Resumen de la legislación panameña sobre aguas.....	57
Cuadro 7. Principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas implementación de leyes en la gestión de recursos hídricos en Panamá.....	59
Cuadro 8. Instituciones públicas relacionadas con la gestión de los recursos hídricos en Panamá.....	60
Cuadro 9. ONG relacionadas con la gestión de los recursos hídricos en Panamá y dentro de la subcuenca en estudio.....	63
Cuadro 10. Concesiones de agua registradas en la cuenca alta del río Caldera.....	70
Cuadro 11. Distribución mensual de concesiones de agua registradas en la cuenca alta río Caldera (hm <sup>3</sup> ).....	70
Cuadro 12. Distribución mensual estimada de los volúmenes de agua (hm <sup>3</sup> ) para consumo doméstico, suministrados por el MINSA, en la cuenca alta río Caldera.....	73
Cuadro 13. Estimación de la proporción de los distritos político-administrativos incluidos en la cuenca alta del río Caldera, cantidad de animales a los que se suministra agua y volumen correspondiente en hm <sup>3</sup> /año.....	73
Cuadro 14. Estimación del volumen mensual de demanda de agua para usos pecuarios, en la cuenca alta del río Caldera (hm <sup>3</sup> ).....	74
Cuadro 15. Distribución mensual de láminas brutas mensuales por cultivo en la cuenca alta del río Caldera.....	74
Cuadro 16. Distribución mensual de volúmenes mensuales de riego (hm <sup>3</sup> ) por cultivo en la cuenca alta del río Caldera.....	75
Cuadro 17. Resumen de los volúmenes de demanda por rubro y origen en cuenca alta del río Caldera (hm <sup>3</sup> ).....	78
Cuadro 19. Precipitación mensual y ajustada (mm) en la cuenca alta del río Caldera.....	81

Cuadro 20. Láminas (m) y volúmenes (hm <sup>3</sup> ) de lluvia mensual y anual estimados para la cuenca alta del río Caldera (superficie de la cuenca: 143 km <sup>2</sup> ). .....	81
Cuadro 21. Volúmenes de retorno, desde diferentes usos existentes en cuenca alta del río Caldera (hm <sup>3</sup> ). .....	84
Cuadro 22. Volúmenes porcentuales de retorno, desde diferentes usos existentes en cuenca alta del río Caldera, en hm <sup>3</sup> . .....	85
Cuadro 23. Resumen mensual y anual de los componentes más importantes del balance hídrico para cuenca alta del río Caldera (hm <sup>3</sup> ). .....	89
Cuadro 24. Resumen del balance hídrico para la cuenca alta del río Caldera (hm <sup>3</sup> ). .....	90
Cuadro 25. Valores de IDR mensuales y anual para la cuenca alta del río Caldera. ....	93
Cuadro 26. Resumen anual del balance y disponibilidad cuenca alta río Caldera .....	96
Cuadro 27. Principales actores institucionales relacionados con la gestión del recurso hídrico en la cuenca alta del río Caldera. ....	98
Cuadro 28. Principales actores organizacionales relacionados con la gestión del recurso hídrico en la cuenca alta del río Caldera. ....	99
Cuadro 29. Densidad de los actores y de la red total para los actores relacionados con la gestión de recursos hídricos en cuenca alta del río Caldera. ....	111
Cuadro 30. Grado de centralidad para los actores relacionados con la gestión de recursos hídricos en cuenca alta del río Caldera. ....	113
Cuadro 31. Grado de centralización para los actores relacionados con la gestión de recursos hídricos en cuenca alta del río Caldera. ....	114
Cuadro 32. Grado de intermediación para los actores relacionados con la gestión de recursos hídricos en cuenca alta del río Caldera. ....	115
Cuadro 33. Grado de cercanía para los actores relacionados con la gestión de recursos hídricos en cuenca alta del río Caldera. ....	116
Cuadro 34. Principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en la gestión de recursos hídricos en la cuenca alta del río Caldera. ....	118
Cuadro 35. Escala de calificación de los indicadores. ....	119
Cuadro 36. Resultados obtenidos de la aplicación de la guía de diagnóstico rápido en la cuenca alta del río Caldera. ....	121
Cuadro 37. Interpretación de calificación global .....	122

Cuadro 38. Resultados promedios obtenidos de la aplicación de la guía de DR, en la cuenca alta del río Caldera. ....	124
Cuadro 39. Condiciones de oferta de SE hídricos en la cuenca alta del río Caldera. ....	124
Cuadro 40. Condiciones de gobernabilidad en la cuenca alta del río Caldera. ....	126
Cuadro 41. Condiciones de institucionalidad en la cuenca alta del río Caldera. ....	127
Cuadro 42. Condiciones de demanda de SE hídrico en la cuenca alta del río Caldera. ....	128
Cuadro 43. Estrategias y acciones y presentadas por los actores locales presentes en la cuenca alta del río Caldera. ....	130

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de una cuenca hidrográfica. ....	6
Figura 2. Marco general para la gestión integrada de los recursos hídricos .....	13
Figura 3. Localización y tipos de riego principales utilizados en Panamá .....	19
Figura 5: Usos predominantes de la tierra en cuenca alta alta del río Caldera. ....	39
Figura 6. Intensidad de uso de la tierra en cuenca alta alta del río Caldera. ....	40
Figura 7. Principales usos del agua en cuenca alta alta del río Caldera. ....	40
Figura 8. Proceso metodológico general para la investigación. ....	43
Figura 9. Percepción de actores locales sobre cuales son las principales instituciones responsables de resolver conflictos relacionados al agua en la parte alta de la cuenca del río Caldera. ....	67
Figura 10. Roles que deberían desempeñar diferentes instituciones en la gestión del agua en la cuenca alta del río Caldera. ....	68
Figura 11. Hidroeléctrica en operación sobre el cauce del río Chiriquí, representativas de las plantas generadoras del país. ....	71
Figura 12. Estimación volumen de producción mensual de agua potable, en el municipio de Boquete. ....	72
Figura 13. Aspecto de la vida silvestre en los afluentes de la cuenca alta de río Caldera. ....	76
Figura 14. Distribución de las demandas hídricas por uso en la cuenca alta de río Caldera. ....	79
Figura 15. Isoyetas medias anuales para la cuenca alta del río Caldera. ....	82
Figura 16. Vista típica de la sierra de la cuenca alta del río Caldera, y la alteración a la cobertura vegetal original. ....	83
Figura 17. Mapas de evapotranspiración potencial de las partes altas de subcuenca del río Caldera, en mm/año, periodo 1971-2002. ....	86
Figura 18. Cobertura vegetal de la cuenca alta del río Caldera. La deforestación y cambio de uso del suelo son factores de la degradación ambiental. ....	87
Figura 19. Paisaje típico de las tierras medias y altas de la cuenca alta del río Caldera, donde la deforestación de laderas es significativa. ....	88
Figura 20. Representación gráfica de los resultados del balance hídrico mensual en la cuenca alta de río Caldera. ....	92
Figura 21. Valores mensuales del IDR para la cuenca alta del río Caldera. ....	94

Figura 22. Percepción de los actores presentes en la parte alta de la subcuenca del río Caldera referente a la situación actual en la gestión del agua. ....	100
Figura 23. Percepción de los actores presentes en la cuenca alta del río Caldera referente a la toma de decisiones en la gestión del agua.....	101
Figura 24. Percepción de los actores en la cuenca alta del río Caldera referente a la existencia o evidencia centralización en la gestión del agua. ....	101
Figura 25. Percepción de los actores en la cuenca alta del río Caldera referente a organizaciones no gubernamentales que velan por la gestión del recurso hídrico.	102
Figura 26. Percepción de los actores en la cuenca alta del río Caldera referente a las funciones de ONG y empresas privadas en la gestión del agua. ....	103
Figura 27. Percepción de los actores en la cuenca alta del río Caldera referente al respaldo legal de ONG y empresas privadas relacionadas con la gestión del agua. ....	103
Figura 28. Percepción de los actores en la cuenca alta del río Caldera referente a la existencia e los estudios de oferta y demanda actual y proyectada para diferentes usos.....	104
Figura 29. Percepción de los actores en la cuenca alta del río Caldera referente a la realización de análisis frecuentes de calidad de agua. ....	105
Figura 30. Percepción de los actores en la cuenca alta del río Caldera referente a la existencia de REA o RSA en la gestión de agua.....	105
Figura 31. Percepción de los actores en la cuenca alta del río Caldera referente a cómo manejan los conflictos por el uso del agua.....	106
Figura 32. Red de relacionamiento total entre las entidades y organizaciones presentes en la cuenca alta del río Caldera. ....	109
Figura 33. Resultados de los componetes de la guía de diagnóstico rápido, en la parte alta de la cuenca del río Caldera. ....	123
Figura 34. Esquema metodológico del DR de las condiciones existente para el diseño de un esquema de PSE-hídrico. ....	169

## **LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS**

ADIB: Asociación para el Desarrollo Integral de Boquete  
AEP: Asociación Ecologista Panameña  
AES: Allied Energy Systems (Sistema de Energía Aliados)  
ANAM: Autoridad Nacional del Ambiente  
ARAP: Autoridad de los recursos acuáticos de Panamá  
ARS: Análisis de Redes Sociales  
ASEP: Autoridad de los servicios Públicos de Panamá  
BDA: Banco de Desarrollo Agropecuario  
BID: Banco Interamericano de Desarrollo  
CAC: Consejo Agropecuario Centroamericano  
CATAHALAC: Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe  
CCAD: Comisión Centroamericana de Ambiente y desarrollo  
CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza  
CEDARENA: Centro de Derecho Ambiental y de los Recursos Naturales  
CEALP: Centro de Asistencia Legal Popular Asociación  
CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe  
CI: Conservación Internacional  
CONADES: Consejo Nacional para el Desarrollo Sostenible  
COMISCA: Consejo de Ministerio de Salud de Centroamérica  
FAO: Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación  
FES: Fondo de Emergencia Social  
FODA: Fortaleza, Oportunidades, Debilidades y Amenazas  
FUNDAVISAP: Fundación Vida y Salud y Ambiente  
GIRH: Gestión Integrada del Recurso Hídrico  
GWh: Giga Watt hora  
GWP: Global Water Partnership (Asociación Mundial para el Agua)  
IDAAN: Instituto de Acueducto y Alcantarillado Nacional  
IDIAP: Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá  
Hm<sup>3</sup>: Hectómetros cúbicos  
MEDUCA: Ministerio de Educación  
MEF: Ministerio de Economía y Finanzas

MIDA: Ministerio de Desarrollo Agropecuario  
MINSA: Ministerio Nacional de Salud  
MIVI: Ministerio de Vivienda  
MOP: Ministerio de Obras Públicas  
mm: milímetros  
m<sup>3</sup>: Metros cúbicos  
MW: Mega Watt  
OMC: Organización Mundial del Comercio  
OMS: Organización Mundial de la Salud  
ONG: Organismos no gubernamentales  
ONU: Organización de la naciones unidas  
PIB: Producto Interno Bruto  
PNGIRH: Plan Nacional de Gestión Integrado de Recursos Hídricos  
PRONAT: Programa de Naturalización de Tierras  
PSE: Pago por Servicios Ecosistémicos  
PSEH: Pago por Servicios Ecosistémicos Hídricos  
REA: Responsabilidad Empresarial Ambiental  
RSA: Responsabilidad Social Ambiental  
SICA: Sistema de Integración Centroamericana  
SIG: Sistema de Información Geográfica  
SINAPROC: Sistema Nacional de Protección Civil  
TNC: The National Conservancy  
UNACHI: Universidad Nacional de Chiriquí  
UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.  
UNICEF: Fondo de Naciones Unidas para la Infancia  
UP: Universidad de Panamá  
WTTC: World Travel & Tourism Council

Arosemena Jované, J.T. 2010. Gestión del recurso hídrico en la cuenca alta del río Caldera, Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 100 p.

## **RESUMEN**

Se analizaron las principales leyes, decretos y políticas que rigen el recurso hídrico en el país como a nivel local. Se identificaron y caracterizaron los diferentes actores que tienen relación con el agua en la subcuenca, así como las interrelaciones existentes entre ellos. Además, se determinaron los principales usos y la disponibilidad de agua superficial y si existen las condiciones mínimas para el establecimiento de un esquema de pago por servicios ecosistémicos hídricos (PSEH). Finalmente, en conjunto con actores claves, se propusieron estrategias y acciones para la gestión integrada del recurso hídrico. Se utilizaron diferentes metodologías, tales como revisión y recopilación de bibliografía, recorridos de campo, balance hídrico, identificación nominal de actores, análisis de redes sociales, entrevistas, diálogos informales y análisis FODA. Los resultados obtenidos indican que en Panamá y en la provincia de Chiriquí, desde el punto de vista normativo, existen múltiples leyes y decretos, así como varias instituciones con responsabilidad sobre el agua. Sin embargo, es necesario actualizarlas, fortalecerlas, armonizarlas y velar por su cumplimiento. Existe alta disponibilidad de agua en el área de estudio y el mayor uso en la subcuenca es el hidroeléctrico. La Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) es la entidad rectora del recurso hídrico en Panamá y sobre ella recae la mayor responsabilidad. La subcuenca tiene condiciones altamente favorables para el establecimiento de un esquema de PSEH, además de que existe una articulación regular entre instituciones gubernamentales y no gubernamentales, por lo que se requiere promover e impulsar estrategias y acciones conjuntas y coordinadas para mejorar la gestión de recurso hídrico para así incrementar el interés en protegerlo y conservarlo.

**Palabras claves:** leyes, normas, decretos para la gestión del agua, marco institucional, disponibilidad de agua superficial, interacción de actores, redes sociales, servicio ecosistémico hídrico, balance hídrico, usos del agua.

Arosemena Jované, J.T. 2010. Management of the water resource in the high basin of the Caldera's river, Panamá. Thesis Mag. Sc. Turrialba, CR; CATIE. 100 p.

## **ABSTRACT**

In this study, the main laws, decrees and policies that rule the water resources in the country as well as in the local level were analyzed. Different actors that are related to the water in the watershed as well as the existent interrelationships among them were identified and characterized. Besides, the main uses and the availability of surface water, and if there is the minimum condition for the establishment of a payment scheme for ecosystem services (PES) were determined. Finally, together with the main actors, some strategies and actions were proposed for the integrated management of the water resources. Different methodologies were used such as bibliographic revision and compilation, field trips, water balance, identification of nominal actors, social network analysis, interviews, informal dialogs and SWOT analysis. The results obtained indicated that in Panama and in the Chiriquí province, from a normative point of view, there are multiple laws and decrees as well as several institutions with responsibilities over water. However, it is necessary to update and enforce the laws; also, harmonize and guarantee their accomplishment. There is high availability of water in the study area and its major use in the sub watershed is the generation of hydroelectric power. ANAM is the governing authority of the water resource in Panama and the major responsibility belongs to it. The sub watershed has highly favorable conditions for the establishment of a payment scheme for ecosystem services. In addition, a regular articulation between governmental institutions and non-governmental is present; thus it is required to promote joint and coordinated strategies and actions to improve water management and increment the interest of its protection and preservation.

**Key words:** laws, norms, decrees for the water management, institutional frame, surface water availability, interaction among actors, social networks, ecosystemic water service, water balance, water uses.

# 1. INTRODUCCIÓN

El 70% de la superficie de la Tierra es agua; de ese porcentaje, el 97,5% es salada y el restante es agua dulce. Del 2,5% de agua dulce, casi el 70% se encuentra concentrado en los hielos polares y témpanos; un 29% está almacenado en las profundidades de la tierra y el 1% restante en los ríos, lagos, pantanos, suelo, embalses, la atmósfera y en organismos vivos (CEDARENA 2007).

El agua es un elemento de paz, no como lo profetizan algunas visiones como un instrumento de conflicto y hasta de guerra. Este es uno de los recursos naturales más preciados, por lo tanto, de su adecuado suministro y gestión dependen la agricultura, la ganadería, la salud y alimentación de las personas, los ecosistemas, la industria, la energía, el mantenimiento de la paz y la estabilidad social (UNESCO 2003).

Los países de América Latina y el Caribe se enfrentan al reto de diseñar e implementar estrategias y acciones eficientes para la gestión sostenible del agua. Si bien la región, en conjunto, dispone de una gran cantidad de agua, la distribución anual temporal y espacial de la lluvia ocasiona periodos y zonas con déficit hídrico prolongado y fuertes. A esta situación se añade el hecho del incremento notable de la demanda de agua debido, entre otros factores, al consumo humano y el incremento de la superficie de las áreas agrícolas irrigadas (ONU 2010), pero principalmente a la contaminación del recurso y a la falta de políticas y acciones concretas para enfrentar este problema.

En Centroamérica el agua es considerada como un bien esencial en el crecimiento económico y el desarrollo social; un sector importante para la economía es la agricultura, la cual utiliza alrededor del 70% del total de agua extraída, mientras que el sector industrial utiliza el 20% y el 10 % restante es para consumo doméstico y otros usos (FAO 2002).

En Panamá la gestión de recursos hídrico se ha convertido en la prioridad de la agenda de nacional. No obstante, para lograr la sostenibilidad del recurso hídrico se requiere de un compromiso del Estado y de la sociedad en general, para encaminar al país hacia un modelo de desarrollo sostenible, basado en la responsabilidad compartida, desde un enfoque holístico y ecosistémico. El Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos se ha constituido en el instrumento rector para alcanzar una efectiva gestión integrada de los recursos hídricos en Panamá, toda vez que ha sentado las bases para el desarrollo de los planes sectoriales vinculados al agua, a nivel regional o local (ANAM 2008).

La subcuenca del río Caldera, la cual forma parte de la cuenca del río Chiriquí, es considerada una "cuenca prioritaria para Panamá" debido a que tiene un alto valor ecológico, socioeconómico y agrícola. Parte de las riquezas que se encuentran en los ecosistemas de la cuenca del río Caldera han sido aprovechadas de una manera desmedida; a largo plazo, estos procesos ocasionan la degradación permanente de los ecosistemas.

Otra problemática es el creciente aumento del turismo y del desarrollo urbano, lo que ha ocasionado un incremento de la escorrentía superficial y de sedimentos a los cauces de ríos y quebradas, lo que aumenta el riesgo de los frágiles ecosistemas existentes, disminuye la vida útil de los embalses, afecta la generación hidroeléctrica, aumenta el riesgo de desastres y crea conflicto entre sectores por el uso del agua. Esta situación es principalmente crítica en la cuenca alta del río Caldera, por sus mismas características biofísicas, socioeconómicas y ambientales, por lo que es necesaria una gestión sostenible del recurso hídrico (AES 2003).

Asimismo, en la zona de estudio existen diversas situaciones que han generado una gran limitante para el desarrollo y gestión de la subcuenca, principalmente la falta de coordinación entre los diferentes actores institucionales y locales en relación a la gestión del agua para las diferentes actividades, lo que afecta negativamente la toma de decisiones, la elaboración de programas a favor del bienestar de la población, así como para el uso racional del recurso hídrico (Bustamante 2009). Asociado a esto y en vista de que prevalece la utilización del agua superficial para la hidrogenación, deja en evidencia la necesidad de generar información acerca del estado y la calidad de este recurso, a fin de protegerlo y darle un buen manejo y uso adecuado.

Ante este escenario es necesario considerar la articulación de diferentes tipos de actores, como las instituciones estatales, organismos no gubernamentales (ONG), gobiernos locales y la misma población, a través de sus propias organizaciones, caso al que no escapa la subcuenca del río Caldera, porque aunque existe alta incidencia de proyectos de desarrollo y de conservación de los recursos naturales, son pocos los que se enfocan a la gestión de agua para diferentes usos existentes en una cuenca.

Además la necesidad de encontrar soluciones a muchos de estos problemas, demanda que las investigaciones se enfoquen en sistematizar procesos novedosos para identificar las bondades, errores y lecciones aprendidas en estas áreas, para que a partir de este contexto se propongan otras alternativas más convenientes y apropiadas.

Es bajo este escenario productivo, institucional y de gestión de cuencas que se enmarcó el presente estudio de tesis. Con el mismo se planteó analizar la gestión del recurso hídrico cuenca alta del río Caldera a fin de proponer estrategias y acciones que contribuyan a su gestión sostenible y apoyen la toma de decisiones bajo un enfoque integral, sistémico e interdisciplinario.

## **1.1 Objetivos del estudio**

### **1.1.1 Objetivo general**

Analizar los principales componentes de la gestión del recurso hídrico cuenca alta del río Caldera.

### **1.1.2 Objetivos específicos y preguntas de investigación**

#### ***1. Analizar el marco legal e institucional para el manejo y la gestión del recurso hídrico cuenca alta del río Caldera, tanto desde la visión nacional, como local***

*¿Qué normativas (políticas, leyes, decretos y ordenanzas) existe en regular la gestión de los recursos hídricos en Panamá y en la cuenca alta del río Caldera?*

*¿Qué instituciones tienen relación con la gestión del agua en la cuenca alta del río Caldera, cuál es su función y el grado de cumplimiento de sus responsabilidades?*

*¿Qué problemas, limitaciones, debilidades, fortalezas, oportunidades y lecciones aprendidas existen en el marco legal para la gestión del recurso hídrico en la cuenca alta del río Caldera?*

#### ***2. Determinar principales usos y la disponibilidad de agua superficial cuenca alta del río Caldera***

*¿Cuáles son los principales usos y magnitudes de consumo por uso, del agua superficial en la cuenca alta del río Caldera?*

*¿De acuerdo al balance hídrico, cuál es la disponibilidad de agua en la cuenca alta del río Caldera?*

### **3. Determinar la situación actual de algunos componentes de la gobernanza y la gestión del agua en la cuenca alta del río Caldera**

*¿Quiénes son y cuales es la función de los principales actores relacionados con el recurso hídrico?*

*¿Cuál es la situación actual general de la gestión del agua en la parte alta de la subcuenca del río Caldera?*

*¿Existen organizaciones locales, comunitarias, adicionales a los entes estatales que velan por el uso, manejo y gestión del agua; qué función; qué respaldo legal tienen; cómo se estructuran y se organizan internamente?*

*¿Existen estudios sobre la oferta y demanda actual y proyectada de agua para consumo humano y otros usos en la subcuenca que sustente la planificación a corto, mediano y largo plazo, así como de calidad recurso?*

*¿Existe Responsabilidad Empresarial Ambiental (REA) o Responsabilidad Social Ambiental (RSA) en la gestión del agua en la subcuenca; qué empresas la practican; cómo se evidencia (acciones concretas); cuál es la inversión anual, qué propósito tiene para la empresa, existen incentivos para las empresas para la REA hídrica?*

*¿Cómo se manejan los conflictos por el uso de agua, transferencia de derechos y poderes sobre el agua, derechos de propiedad; existen ejemplos?*

*¿Cuál es el grado de relacionamiento entre actores que tiene que ver con el agua?*

*¿Cuáles son las principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en la gestión del agua?*

### **4. Determinar si existen las condiciones para el establecimiento de un esquema de Pago por Servicio Ecosistémico Hídrico (PSEH) en la cuenca alta del río Caldera**

*¿Existen las condiciones mínimas de oferta y demanda del servicio ecosistémico hídrico en la parte alta en la subcuenca del río Caldera?*

*¿Existen condiciones mínimas de institucionalidad y gobernabilidad para el establecimiento de un esquema de PSEH en la parte alta en la subcuenca del río Caldera?*

**5. Proponer estrategias y acciones para la gestión integrada del recurso hídrico en la cuenca alta del río Caldera**

*¿De los análisis y síntesis de la gestión actual del agua en cuenca alta del río Caldera, qué elementos importantes se pueden integrar en estrategias y acciones para mejorar la gestión?*

*¿Cuáles deberán ser las condiciones habilitadoras para lograr avances concretos en la implementación de políticas, estrategias y acciones para el manejo y gestión en cuenca alta del río Caldera?*

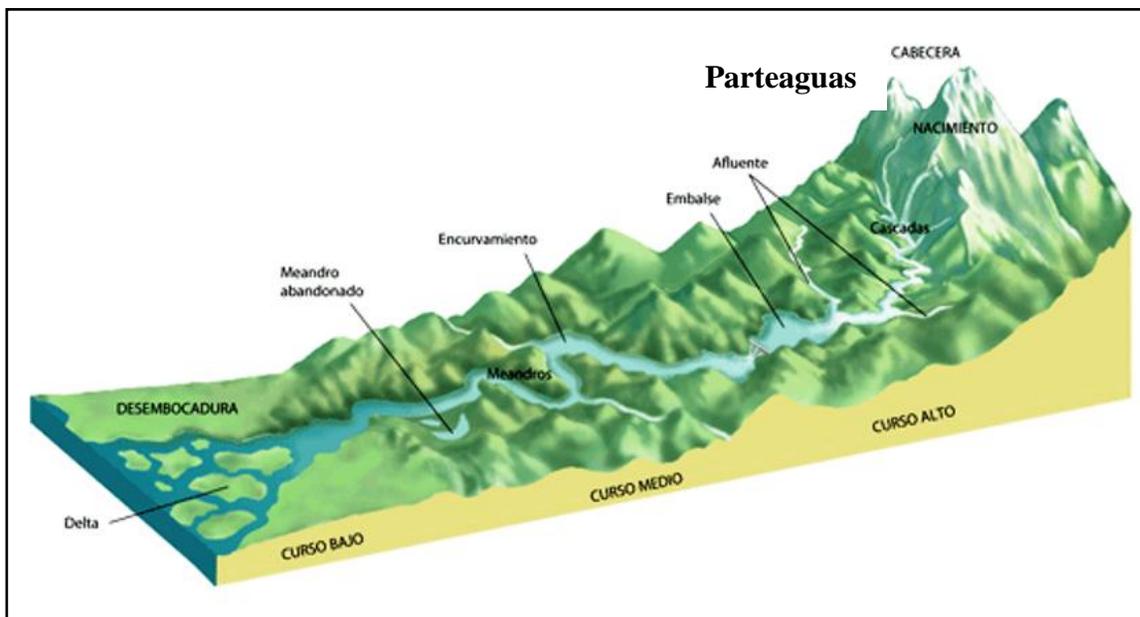
## 2. MARCO REFERENCIAL

### 2.1 Conceptos generales

#### 2.1.1 Cuenca hidrográfica

Una cuenca hidrográfica es un área natural en la que el agua proveniente de la precipitación forma un curso principal de agua. La cuenca hidrográfica es la unidad fisiográfica conformada por el conjunto de los sistemas de cursos de agua definidos por el relieve. Los límites de la cuenca o divisorias de agua se definen naturalmente y corresponden a las partes más altas del área que encierra un río. La cuenca se divide en subcuencas y microcuencas. El límite de la subcuenca está delimitado por la divisoria de agua de un afluente, que forma parte de otra cuenca, que es la del cauce principal al que fluyen sus aguas. La microcuenca es una agrupación de pequeñas áreas de una subcuenca o parte de ella (Ramakrishna 1997).

La cuenca constituye la principal unidad territorial donde el agua, proveniente del ciclo hidrológico, es captada, almacenada, y disponible como oferta de agua. En el ámbito de una cuenca se produce una estrecha interdependencia entre los sistemas biofísicos y el sistema socioeconómico, formado por los habitantes de las cuencas, lo cual genera la necesidad de establecer mecanismos de gobernabilidad e institucionalidad (Jiménez 2009a).



**Figura 1. Esquema de una cuenca hidrográfica.**

Fuente: kalipedia 2010.

### **2.1.2 Manejo integral de cuencas hidrográficas**

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

Esa estrecha interdependencia entre los sistemas biofísicos y el sistema socioeconómico, formado por los habitantes de las cuencas, genera la necesidad de establecer mecanismos de gobernabilidad e institucionalidad. Por esta razón, la cuenca hidrográfica puede ser una adecuada unidad para la gestión ambiental, a condición de que se logren compatibilizar los intereses de los habitantes de sus diferentes zonas funcionales y las actividades productivas y de conservación de las mismas (Jiménez 2009).

### **2.1.3 Gestión del agua al nivel de cuencas hidrográficas**

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

Las políticas para utilizar el territorio de una cuenca como base para la gestión del agua han tenido diferentes enfoques y una desigual evolución en los países de América Latina y el Caribe (Dourojeanni y Jouravlev 1999 y 2001). Estos mismos autores señalan que los proyectos sobre manejo de cuencas en la región Centroamericana han surgido con gran fuerza como respuesta a eventos naturales de gran envergadura, como los huracanes y tormentas tropicales, el más evocado en la actualidad para justificar proyectos y programas ha sido el Mitch y las sequías causadas por el fenómeno de El Niño.

En la actualidad, los proyectos relacionados con manejo de cuencas buscan el objetivo de ejercer una mejor administración y control sobre el recurso agua en sus características físicas (cantidad), químicas (calidad) y biológicas (biodiversidad). Paradójicamente, para tener

impacto es estos tres aspectos, todas las acciones se tienen que realizar en el sistema hídrico, en los recursos suelo, bosque y tener gran influencia en los sistemas productivos (agrícolas e industriales) (Jiménez *et al.* 2006).

La mayoría de las leyes sobre recursos hídricos que se han estado aprobando y actualizando (por ejemplo, Nicaragua, Honduras y Costa Rica) establecen la cuenca como unidad de gestión territorial de este recurso.

#### **2.1.4 Gestión integral de cuencas hidrográficas**

Según Jiménez (2009), la gestión integral de cuencas hidrográficas es el conjunto de acciones que se realizan para proteger, conservar y utilizar, aprovechar manejar y rehabilitar adecuadamente los recursos naturales en las cuencas hidrográficas de acuerdo al enfoque sistémico, socioambiental, integral, multi e interdisciplinario, multi e intersectorial y del agua como el recurso integrador, pero se enfatiza en los procesos y acciones (la gestión) necesarias para lograr los recursos humanos, económicos, logísticos y administrativos requeridos para lograr ese manejo integral de la cuenca.

La gestión integral de cuencas consiste en armonizar el uso, aprovechamiento y administración de todos los recursos naturales (suelo, agua, flora y fauna) y el manejo de los ecosistemas comprendidos en una cuenca hidrográfica, tomando en consideración, tanto las relaciones establecidas entre recursos y ecosistemas, como los objetivos económicos y sociales, así como las prácticas productivas y formas de organización que adopta la sociedad para satisfacer sus necesidades y procurar su bienestar en términos sustentables (CONAGUA 2008).

También se refiere fundamentalmente a las acciones gerenciales y al manejo de las variables indirectas que permitirán hacer viables los resultados de la planificación. En general existen muy buenas capacidades para elaborar planes de manejo de cuencas, inclusive para una buena implementación, pero una de las debilidades tiene que ver con las acciones que se deben realizar para conseguir los recursos para implementar el plan o bien cómo se debería realizar la organización para que esta sea eficiente, continua y con sostenibilidad de largo plazo. Entonces la gestión es clave para desarrollar procesos de manejo de cuencas, pero es necesario también definir quién o quiénes son los responsables de efectuar la gestión (Faustino 2009).

## **2.2 El agua como recurso integrador de la cuenca**

La zona de cabecera de las cuencas hidrográficas garantiza la captación inicial de las aguas y el suministro de las mismas a las zonas inferiores durante todo el año. Los procesos en las partes altas de la cuenca invariablemente tienen repercusiones en la parte baja dado el flujo unidireccional del agua, y por lo tanto toda la cuenca se debe manejar de manera integral como una sola unidad. Al interior de la cuenca, el agua funciona como distribuidor de insumos primarios (nutrientes, materia orgánica, sedimentos) producidos por la actividad sistémica de los recursos. Este proceso modela el relieve e influye en la formación y distribución de los suelos en las laderas, y por ende en la distribución de la vegetación y del uso de la tierra. En las zonas de emisión de los acuíferos, las lagunas costeras regulan el funcionamiento de los ecosistemas marinos adyacentes, que pueden afectar los manglares, arrecifes, pastos marinos y otros ecosistemas (Jiménez 2009).

Según Jiménez (2009), el movimiento del agua de lluvia y los flujos superficiales, a través de la red de drenaje, desde la parte alta de la cuenca hasta la parte baja, promueve el desprendimiento y arrastre de partículas (sedimentos orgánicos y minerales) e induce la formación de valles, planicies o llanuras de inundación. El sistema hídrico también refleja un comportamiento de acuerdo a como se están manejando los recursos agua, suelo y bosque, así como que actividades o infraestructuras afectan su funcionamiento.

La cuenca, sea en forma independiente o interconectada con otras, es la unidad territorial más aceptada para la gestión integrada de los recursos hídricos. Las políticas para utilizar el territorio de una cuenca como base para la gestión del agua como recurso integrador han tenido diferentes enfoques y una desigual evolución en los países de América Latina y el Caribe. Desde fines de los años treinta, en muchos de ellos se ha tratado de adoptar los modelos de gestión del agua a nivel de cuencas, pero ha habido y hay actualmente una serie de dificultades. A pesar de los obstáculos existentes, se observa un interés generalizado por crear y operar organismos de cuenca para mejorar la gestión integrada del agua. El tema ha recobrado vigencia en los años recientes, debido a que los países de la región están tratando de lograr metas de gestión integrada de los recursos hídricos y de desarrollo sustentable. A su vez, las autoridades ambientales y los defensores del medio ambiente coinciden en que la cuenca es un posible punto de partida para coordinar acciones tendientes a la gestión ambiental sobre todo si ya existen organizaciones de gestión del agua a nivel de cuencas, aun

cuando ello es causa de severas controversias, ya que no es adecuado combinar ambas funciones bajo una misma autoridad. (Dourojeanni y Jouravlev 2002).

## **2.3 Gestión integrada del recurso hídrico**

La gestión integrada del recurso hídrico es un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, tierra y los recursos relacionado con la finalidad de maximizar el bienestar social y económico, sin descuidar aspectos de equidad y justicia para evitar no comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales (Astorga 2004, citado por Cisneros 2005).

El enfoque de la Gestión Integrada de Recursos hídricos (GIRH) ha sido definido por la Asociación Mundial del Agua (GWP 2000) como un proceso que fomenta el desarrollo y gestión coordinados de los recursos de agua, tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales.

La definición de la gestión integrada de los recursos hídricos plantea en forma implícita un primer nivel de gestión que parte de la necesaria coordinación entre los distintos entes competentes en materia de agua así como de otros recursos naturales. Sin embargo, en Centroamérica, la gestión institucional se caracteriza por la dispersión de competencias entre diferentes entidades que tienen muy poca coordinación entre si (Ballesteros 2005).

Por esta razón la adopción e implementación de un enfoque de gestión integrada de los recursos hídricos en Centroamérica debe entenderse, en un primer momento, como la planificación coordinada del acceso, aprovechamiento y conservación del agua (Ballesteros 2005).

En Panamá, existe una política de gestión integrada de recursos hídricos; en su proceso de elaboración se analizaron y se contrastaron documentos y convenios internacionales, acuerdos y principios internacionales, postulados y acuerdos para lograr que la política nacional de recursos hídricos, que genere un proceso que permita el desarrollo, conservación y protección de los recursos hídricos en Panamá, logre coherencia con la otros países que ya la han desarrollado.

Esta política cuenta con cuatro fases: preparación, actuación, evaluación y consolidación. Su principal objetivo es garantizar a la actual y a futuras generaciones, la disponibilidad necesaria del recurso hídrico en cantidad y calidad adecuadas a los respectivos usos, por

medio de una gestión integrada y eficaz que permita la provisión de facilidades de agua potable y saneamiento a toda la población, preservación de los ecosistemas, la adopción medidas para prevenir y enfrentar los desastres ambientales extremos y agua para actividades productivas, de una manera económicamente viable, ambientalmente sostenible y socialmente equitativa (ANAM 2007).

## **2.4 Planificación de recursos hídricos bajo el enfoque territorial de cuencas**

El conocimiento de las características de oferta y demanda del agua es un elemento crucial para regular, dimensionar, mejorar y aplicar la planificación hídrica. Este conocimiento facilita los procesos de gobernabilidad y de administración efectiva, expresados mediante ordenamientos consensuados de carácter legal y de cumplimiento obligatorio para todas las partes interesadas. Esto, a su vez, permite un adecuado control en la asignación y uso del recurso entre los diferentes sectores demandantes, bajo criterios de igualdad, equidad, oportunidad y transparencia (ANAM 2008).

La cuenca hidrológica es la unidad natural de análisis y planeación. Sin embargo, como pocas veces coincide con las divisiones político-administrativas, suelen generarse conflictos entre usos y usuarios que una adecuada política hídrica debe prever y solucionar. El balance hídrico por cuencas en Panamá aportará valiosos elementos de juicio para reforzar las políticas hídricas y, además de dimensionar los volúmenes de oferta y demanda para los diversos usos, permitirá disponer de una buena estimación del estado actual de uso del agua y sustentar los escenarios posibles a futuro. De esta manera, se aportarán criterios y elementos que permitirán hacer una distribución de la riqueza hídrica nacional más justa y oportuna, preservándola y reforzando su carácter de elemento de seguridad y bienestar nacional. Esto, además, aportará mayor autonomía y autoridad a las entidades responsables de la administración y políticas hídricas (ANAM 2008).

Según CEALP – AEP (2000), la buena planificación de los recursos hídricos debe guiarse por el principio de entender y conocer las propiedades intrínsecas del agua (ocurrencia, calidad, variación, potencial) y saber cuánta hay, dónde está y en qué se usa. Además es indispensable para elaborar un plan de gestión adecuado a las necesidades actuales y futuras y contar con escenarios que ayuden a prever las situaciones que pueden presentarse. Así, la importancia de un balance hídrico radica en que crea la posibilidad de tener una dimensión cuantitativa del recurso, y con ello, la oportunidad de hacer una correcta gestión, adecuando

las demandas a la oferta. Un balance es el producto de un proceso progresivo y gradual, que produce resultados más finos y sensitivos en la medida en que se cuenta con mayor información y se adecua a las particularidades de cada caso. Así, los balances hídricos permiten dimensionar los escenarios de planificación y determinar prioridades, cantidades y tiempos en el uso y manejo del agua.

Cuando el agua es abundante, se comporta como un bien privado, pues cualquier usuario puede apropiarla a discreción sin afectar a los demás. Sin embargo, en presencia de restricciones el agua se comporta como un bien social, pues lo que cada usuario tome puede tener un efecto negativo en los demás y genera el riesgo de conflictos. En esta perspectiva, las soluciones a los problemas del agua serán más expeditas, equitativas y eficientes en la medida en que se conozca la magnitud de los volúmenes, caudales y, desde luego, la calidad. Por lo mismo, no cabe concebir ni ejecutar un plan de gestión sin dimensionar tales variables mediante un balance hídrico (ANAM 2001).

Si bien el balance hídrico de una cuenca aporta valiosos elementos para la gestión de la misma, los planes nacionales deben basarse en los balances de todas las cuencas para disponer de una visión adecuada de la situación. Por ende, Panamá debe realizar, a mediano plazo, el balance de todas las cuencas, para poder planificar con mayor certidumbre y calidad los recursos hídricos existentes (CEALP – AEP 2000).

## **2.5 Gobernanza y gobernabilidad del agua**

Al abordar los términos de gobernanza y gobernabilidad, primero debemos referirnos a La Gestión Integrada de Recursos hídricos (GIRH), la cual se define como un proceso que fomenta el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa si comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales (GWP 2000).

En consideración a aspectos legales, institucionalidad y políticas, la GWP (2000) subraya que la realización de políticas, la planificación, la asignación del agua, el monitoreo, la ejecución y la solución final de conflictos, aún debe ser responsabilidad del gobierno.

Estos elementos complementarios incluyen (Figura 2):

- ❖ El ambiente propicio, el marco general de las políticas nacionales, legislaciones y regulaciones y la información del manejo de los recursos de agua para los interesados.

- ❖ Los roles institucionales y las funciones de los varios niveles administrativos y los interesados; y
- ❖ Los instrumentos de manejo, incluyendo instrumentos operacionales para una regulación efectiva, monitoreo y cumplimiento que permita a los gestores de políticas realizar elecciones informales entre distintas alternativas de acción. Estas elecciones deben basarse en políticas acoradas, recursos disponibles, impactos medioambientales y consecuencias sociales y económicas (GWP 2000).



Figura 2. Marco general para la gestión integrada de los recursos hídricos  
Fuente: GWP (2000).

Para el caso específico de Panamá, la Ley General de Aguas se aprobó en 1996; esta ley no posee un enfoque de gestión integrada. Sin embargo, la prioridad no consiste en actualizarla, sino más bien en mejorar su aplicación y la coordinación interinstitucional. Adicionalmente, la Ley de Cuencas, que establece un régimen administrativo especial, fue aprobada en 2002. Las demás leyes que hacen referencia al agua potable, al riego, a la salud pública y a la generación hidroeléctrica, tienen un carácter sectorial, caso contrario a la Ley del Canal de Panamá, debido a que existe una legislación específica que crea la Autoridad del Canal de Panamá y el Comité Interinstitucional de la Cuenca del Canal de Panamá (Ballestero *et al.* 2005).

La Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) se estableció por Ley en 1998, con el cometido de guiar la gestión hídrica. Sin embargo, esta responsabilidad está restringida a los

aspectos ambientales y no existe agencia alguna que posea un enfoque integrado. La organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) patrocinó el Programa Hidrológico Nacional con la participación de instituciones relacionadas con el agua, que ha trascendido sus objetivos iniciales y se ha convertido en un cuerpo coordinador institucional (Ballestero *et al.* 2005).

Mediante el Plan Nacional del Ambiente, y con fondos del BID, Panamá inició la elaboración de siete políticas ambientales, entre ellas la política hídrica. Esta política busca estimular la preparación del plan nacional para la gestión de los recursos hídricos, en vista de existen ciertas debilidades relacionadas al logro del plan, como deficiente coordinación entre agencias, carencia de recursos financieros, insuficiente capacitación, especialmente en relación con la gestión de agua subterráneas y de cuencas, y la información hidrometeorológica que está dividida entre instituciones que carecen de objetivos comunes o criterios homogéneos (Ballestero *et al.* 2005).

En este sentido, al referirse entonces a gobernanza y gobernabilidad se deben abordar como dos conceptos distintos pero complementarios, tal cual lo define La Real Academia de la Lengua Española:

- Gobernabilidad: cualidad de lo gobernable.
- Gobernanza: arte o manera de gobernar para el logro de un desarrollo económico, social e institucional duradero, y para el sano equilibrio entre el Estado, la sociedad civil y el mercado de la economía.

El concepto de gobernabilidad aplicado al agua se refiere a la capacidad de movilizar energías en forma coherente para el desarrollo sustentable de los recursos hídricos. En dicha definición se incluye la capacidad de diseño de políticas públicas que sean socialmente aceptadas, orientadas al desarrollo sustentable del recurso hídrico, y de hacer efectiva su implementación por los diferentes actores involucrados. Un elemento central de la gobernabilidad es la posibilidad de construir (implantar y desarrollar) arreglos institucionales armónicos con la naturaleza, competencias, restricciones y expectativas del sistema o ámbito bajo consideración (CEPAL 1994).

La conceptualización de gobernanza también es entendida como el conjunto de reglas, mecanismos de aplicación y procesos interactivos que coordinan y brindan una línea de conducta a las actividades que involucran a varias personas, de acuerdo a resultados concertados (Huppert et ál. 2003).

La gobernanza estudia precisamente el modo que estas condiciones y capacidades se logran, qué actores intervienen, y cómo es la interacción entre los mismos. Estudia la manera en que se determina la capacidad del gobierno de transformar necesidades en políticas; y así, establecer patrones de interacción entre actores estratégicos no sesgados hacia grupos de interés (más equitativos), que permitan la formulación e implementación de las políticas en el menor tiempo y esfuerzo posibles (más eficientes) (CEPAL 1994).

La Comisión para la Gobernanza Global de la ONU, establecida en 1995, define la gobernanza global como “la suma de muchas formas en la que los individuos e instituciones, públicos y privados, gestionan sus asuntos comunes. Es un proceso continuo a través del cual intereses diversos o en conflicto, pueden ser acomodados y pueden adoptarse acciones cooperativas. Incluye instituciones formales y regímenes autorizados a imponer su cumplimiento, así como acuerdos no formales que personas e instituciones acuerdan o perciben según sus intereses”.

## **2.6 Los recursos hídricos en Panamá**

La República de Panamá posee 52 cuencas hidrográficas, que albergan unos 500 ríos. Estos suelen ser de corto recorrido, con cursos usualmente orientados en dirección normal a las costas. La vertiente del Pacífico posee los mayores recursos de agua, concentrados en la provincia de Chiriquí. En la región del Caribe, los recursos más importantes se encuentran en la provincia de Bocas del Toro (ANAM 2008).

Dentro de este conjunto, sobresalen por sus altos rendimientos unitarios las cuencas de los ríos Changuinola, Cricamola y Calovébora en la vertiente del Caribe, y las de los ríos Chiriquí, Fonseca, Tabasará y San Pablo en la vertiente del Pacífico, con rendimientos superiores a 72 l/s/km<sup>2</sup>. La porción oriental de la península de Azuero y los llanos de Coclé presentan la menor disponibilidad de recursos hídricos en el país (ANAM 2008).

La vertiente del Pacífico abarca el 70% del territorio. Hacia ella desaguan unos 350 ríos, con una longitud media de 106 km. En esta vertiente se encuentran 34 cuencas hidrográficas. Las más importantes son las de los ríos Tuira, Chucunaque, Bayano, Santa María, Chiriquí Viejo, San Pablo, Tabasará y Chiriquí, siendo la del Tuira la más extensa con 10644,4 km<sup>2</sup>. Aquí se ubican, además, dos cuencas internacionales: la de los ríos Coto, entre Panamá y Costa Rica, y Jurado, entre Panamá y Colombia.

En Panamá la actividad social y económica se concentra en las cuencas hidrográficas que vierten hacia el Pacífico, donde se encuentran las principales ciudades y centros poblados. Sin embargo, un cuarto de la población se ubica en el 94,7% del territorio, en condiciones de dispersión y pobreza y sin acceso a la mayoría de los servicios, mientras el 75% de los habitantes se concentra en el 5,3% del territorio, en unas pocas ciudades (CATHALAC 2008).

## 2.7 Uso y oferta del agua en Panamá

Los principales usos del agua en Panamá son, en orden descendente: la producción de energía hidroeléctrica, la navegación interoceánica, el riego y el consumo humano. El agua utilizada en estas actividades entre el 2000 y el 2007 osciló entre el 6,04% y 9,44% del total disponible en el país Panamá.

Como se observa en el Cuadro 1, el uso del agua del medio ambiente para el año 2007 fue de 9,44%. De este valor, el 8,82% corresponde a usos no consuntivos y 0,62% a usos consuntivos. El hecho de que todos los valores están por debajo del 10% sugiere que el 90% de agua que ofrece el ambiente no se aprovecha y es retornada a la naturaleza. Sin embargo, otros estudios revelan problemas de disponibilidad de agua en cuencas específicas, lo cual exige optimizar el uso del recurso hídrico y reducir la tasa de pérdida (ANAM-PNGIRH 2008).

**Cuadro 1. Oferta del agua del medio ambiente de la república de Panamá, años 2000 a 2007**

Año	Oferta de agua del medio ambiente (Mm <sup>3</sup> /año)	Vol. agua utilizada (Mm <sup>3</sup> /año)	(Mm <sup>3</sup> /año)
2000	205288	17944	8,74
2001	189892	11469	6,04
2002	191629	15034	7,85
2003	222262	13796	6,21
2004	206737	17270	8,35
2004	215758	17349	8,04
2005	209680	19215	9,16
2007	209582	19778	9,44

Fuente: ANAM, Unidad de Economía Ambiental, 2008.

## 2.8 Usos actuales del recurso hídrico por sector productivo

En Panamá hay una gran diversidad de sectores usuarios del agua, cada uno de los cuales han sido abordados de manera particular, como se observa la proyección del crecimiento en el consumo de agua para cada sector (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Relevancia del recurso hídrico para los sectores productivos de mayor consumo en Panamá.**

Sector	Importancia del recurso hídrico	Importancia del sector
<b>Generación hidroeléctrica</b>	Mayor usuario de agua en el país (uso no consuntivo).	Cerca de un 54% de la electricidad del país se obtiene por este medio.
<b>Canal de Panamá</b>	El agua es el recurso que permite que cerca de 14000 naves crucen el canal cada año.	El 5% del comercio mundial.
<b>Uso agrícola</b>	Para la producción de alimentos 31573 hectáreas irrigadas. Otros usos: sector pecuario.	La producción agrícola nacional representa aproximadamente 7% del PIB. De esta, los principales cultivos bajo riego son: arroz, piña, melón.
<b>Uso industrial</b>	Las industrias utilizan el agua en sus procesos productivos, especialmente la agroindustria y la industria alimentaria.	La industria y la agroindustria representan aproximadamente 8% del PIB.
<b>Uso para turismo</b>	En todo el país: riego de áreas verdes, campos de golf, consumo doméstico y recreativo, agua para piscinas, navegación.	De acuerdo al Instituto Panameño de Turismo, la cantidad de visitantes al país ha crecido cerca del 11% anualmente, en los últimos 5 años.

Fuente: ANAM 2008. Plan nacional para la gestión integrada de los recursos hídricos Panamá 2008-2012.

#### **a) Uso hidroenergético del recurso hídrico**

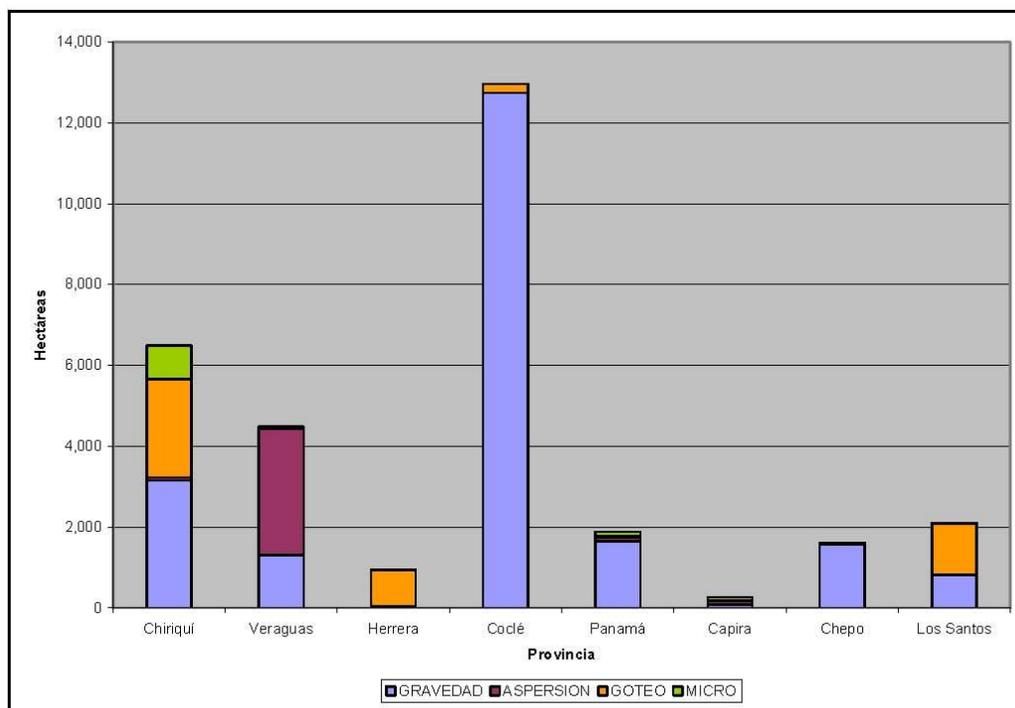
La importancia del recurso hídrico para producción de energía radica en que la capacidad instalada total para la producción de energía eléctrica en Panamá en el año 2007 fue de 1530,56 MW. De este total, el 87,27% (1335,66 MW) corresponde a plantas que prestan el servicio público; 11,79% (181,47 MW) a plantas de autogeneradores conectados al Sistema Interconectado Nacional y 0,94% (14,43 MW) a sistemas aislados. Del total, el 56% (858,48 MW) correspondía a centrales hidroeléctricas y el 43,91% (672,08 MW) a plantas térmicas de distintas tecnologías. En relación al servicio público de electricidad por empresa, el 31% de la capacidad de generación instalada pertenece a AES Panamá; el 19% a Fortuna y un 19% a la Empresa de Generación Bahía Las Minas. Respecto a la generación bruta total, en el año 2007 fue de 5894,27 GWh. La generación bruta para el servicio público, que descuenta el uso propio de los autogeneradores alcanzó los 54080,86 GWh (ANAM 2008).

#### **b) Uso para la navegación del recurso hídrico**

El Canal de Panamá maneja en promedio 37 esclusajes diarios, cada uno de los cuales requiere 191000 m<sup>3</sup> de agua almacenado en los lagos existentes en él. Esto equivale aproximadamente 7 Mm<sup>3</sup>/día, esto es, unos 2580 Mm<sup>3</sup>/año, lo cual representa el 58% del promedio anual de producción de agua de la cuenca que abastece a la vía interoceánica. La cuenca está conformada por una intrincada red de subcuencas de ríos y quebradas que drenan hacia los lagos Gatún, Alajuela y Miraflores (ANAM 2008).

#### **c) Uso para riego del recurso hídrico**

En Panamá existen 28797 hectáreas bajo riego. De ellas, 21352 reciben el agua por gravedad; 3400 por aspersión; 4865 por goteo y 1071 por microaspersión (Figura 1). El área principal de riego está localizada en las provincias de Chiriquí, Veraguas, Coclé, Herrera y Los Santos. Por su parte, el área bajo riego con agua subterránea se localiza principalmente en Herrera (286 ha) y Los Santos (835 ha) (ANAM 2008).



Fuente: Información proporcionada por MIDA (2008)

**Figura 3. Localización y tipos de riego principales utilizados en Panamá**

#### d) Uso para consumo humano del recurso hídrico

##### Área urbana

Según lo establece la Ley 2, el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacional tiene la responsabilidad de prestar servicios en áreas urbanas con más de 1500 habitantes, salvo los municipios de Boquete y Gualaca en la Provincia de Chiriquí, que manejan sus propios sistemas de agua potable. De acuerdo a IDAAN, falta por abastecer de agua potable a 15811 personas en Bocas del Toro, Chiriquí y Panamá Oeste, y dotar del servicio de recolección de aguas servidas a 383137 personas. En este sentido, el IDAAN debería construir al mismo ritmo los sistemas de agua potable y la infraestructura de recolección, tratamiento y disposición de aguas servidas. Sin embargo, las obras de alcantarillado sanitario han quedado rezagadas y aún más la construcción de plantas de tratamiento (UNESCO 2008).

Un análisis de la dotación del servicio de agua potable, realizado en 2004 por el Programa de Monitoreo Conjunto/2006 de la OMS y UNICEF, encontró que en el área urbana el 99% de la población tenía acceso a agua potable y el 89% a saneamiento. Aunque en general se considera que el agua potable es de buena calidad, en diversos lugares se tienen frecuentemente problemas por la continuidad del servicio (ANAM 2008).

## **Área rural**

Existen 3245 sistemas de acueductos rurales. De ellos, 1800 son manejados por Juntas Administrativas de Acueductos Rurales y los otros por Comités de Salud. El estudio realizado por el Programa de Monitoreo Conjunto/2006 de la OMS y UNICEF encontró que en el área rural solo el 79% de la población tenía acceso a agua potable y el 54% a saneamiento (ANAM 2008).

### **e) Uso industrial del recurso hídrico**

El uso industrial de recurso hídrico en Panamá tiene gran importancia económica. Durante el año 2007, la hacienda panameña mantuvo un patrón de alto crecimiento; el PIB aumentó en 11,2% en términos reales; el PIB nominal llegó a B/.19740 y el PIB per-cápita a B/. 5911. La dinámica del crecimiento se hizo patente en el aumento de las importaciones que, aun excluyendo el petróleo, fue del 40%, debido principalmente al aumento de bienes de capital. Dicho crecimiento fue impulsado por el incremento de las exportaciones de bienes y servicios, de la construcción de viviendas y apartamentos, de la inversión pública en infraestructura, y de la actividad y el crédito bancario que respalda la expansión del consumo. Si bien este crecimiento superó el 10% en los sectores secundario, de infraestructura y de servicios comerciales y financieros, también se hizo sentir en casi todos los subsectores, salvo la pesca, afectada por el aumento de precios del combustible. Así, los puertos crecieron casi 40%, las aerolíneas más del 25% y la construcción, los hoteles, restaurantes y la intermediación financiera crecieron entre 15 y 20%, o más. Aunque la industria en general creció a un ritmo del 5,7%, es difícil establecer de manera separada su demanda de agua, pues a menudo las tomas comerciales son contabilizadas en la misma red de distribución del IDAAN (MEF 2008).

### **f) Uso para recreación y turismo del recurso hídrico**

El uso de recurso hídrico para recreación y turismo es de alto valor monetario para Panamá; el número de turistas y los ingresos por turismo presentan una tasa de crecimiento anual del 16%, lo que convierte a esta actividad en uno de los componentes más dinámicos de la balanza comercial-servicios. La actividad turística representa entre el 9,5 y el 12,3% del PIB, de acuerdo al Instituto Panameño de Turismo y la WTTC, respectivamente, y genera 112000 empleos totales, equivalentes al 10% de la población ocupada en Panamá.

Aun cuando Panamá cuenta con importantes recursos y atractivos, el potencial para generar una oferta competitiva de turismo de naturaleza se ve afectado por la falta de inversión

en proyectos y de una estrategia de desarrollo de productos competitivos, mientras la riqueza de sitios patrimoniales acusa la ausencia de un sistema de gestión turística y patrimonial para potenciar el turismo cultural. Los tipos de turismo de mayor potencial son el turismo de naturaleza y el cultural/étnico.

Ambos, sin embargo, se ven afectados por el escaso desarrollo en las zonas turísticas del interior y la falta de una efectiva integración del Sistema Nacional de Áreas Protegidas que abarca ya el 36% del territorio - a la actividad turística. Por otra parte, la inversión en el llamado “turismo residencial” debe ser analizada en cuanto afecta al espacio turístico por la saturación de los sitios de mayor potencial (ANAM 2008).

## **2.9 Usos actuales del recurso hídrico en la cuenca alta del río Caldera**

Los recursos hídricos existentes en la cuenca alta del río Caldera son de gran importancia para el país y su uso apropiado es determinante para un desarrollo socioeconómico armonioso, con miras a asegurar una mejor calidad de vida a las generaciones futuras que viven en esta subcuenca. Existen áreas con suelos de alta fertilidad que han permitido el desarrollo de una agricultura próspera basada en el cultivo de hortalizas, café, papas y otros. La cobertura vegetal existente, principalmente en la parte alta de la cuenca, consistente en 81 km<sup>2</sup> de bosques primarios y secundarios y que comprenden a los bosques nublados de las zonas de vida Bosque Pluvial Montano y Bosque Pluvial Montano Bajo representan el 37% de la superficie de la cuenca (AES-Panamá-2003).

Los principales tipos de demanda de agua que deben ser satisfechos en esta subcuenca se encuentran la generación hidroeléctrica, que es el más demandante con poco más de 80%, seguido por la demanda de agua para los sistemas de riego con 13%; los demás usos en conjunto (doméstico, recreación, turismo y agroindustrial) alcanzan el 7%; entre estos, el industrial es el más significativo en la subcuenca. Cabe mencionar que las plantas hidroeléctricas son construidas y operadas por empresas particulares, directamente sobre el cauce de los ríos y el agua usada para mover las turbinas es sólo de paso (CONADES 2007).

## **2.10 El balance hídrico en la evaluación de recursos hídricos**

El conocimiento de las características de oferta y demanda del agua es un elemento crucial para regular, dimensionar, mejorar y aplicar la planificación hídrica. Este conocimiento facilita los procesos de gobernabilidad y de administración efectiva, expresados mediante

ordenamientos consensuados de carácter legal y de cumplimiento obligatorio para todas las partes interesadas. Esto, a su vez, permite un adecuado control en la asignación y uso del recurso entre los diferentes sectores demandantes, bajo criterios de igualdad, equidad, oportunidad y transparencia (ANAM 2008).

La cuenca hidrológica es la unidad natural de análisis y planeación. Sin embargo, como pocas veces coincide con las divisiones político-administrativas, suelen generarse conflictos entre usos y usuarios que una adecuada política hídrica debe prever y solucionar. El balance por cuencas aporta valiosos elementos de juicio para reforzar las políticas hídricas y, además de dimensionar los volúmenes de oferta y demanda para los diversos usos, permite disponer de una buena estimación del estado actual de uso del agua y sustentar los escenarios posibles a futuro. De esta manera, se aportarán criterios y elementos que permitirán hacer una distribución de la riqueza hídrica nacional más justa y oportuna, preservándola y reforzando su carácter de elemento de seguridad y bienestar nacional. Además, aportará mayor autonomía y autoridad a las entidades responsables de la administración y políticas hídricas (ANAM 2001).

La buena gestión del agua debe guiarse por el principio de entender para atender. Conocer las propiedades intrínsecas del agua (ocurrencia, calidad, variación, potencial) y saber cuánta hay, dónde está y en qué se usa es indispensable para elaborar un plan de gestión adecuado a las necesidades actuales y futuras, y contar con escenarios que ayuden a prever las situaciones que pueden presentarse. Así, la importancia de un balance hídrico radica en que crea la posibilidad de tener una dimensión cuantitativa del recurso, y con ello, la oportunidad de hacer una correcta gestión, adecuando las demandas a la oferta (ANAM-PNGIRH 2008).

Un balance es el producto de un proceso progresivo y gradual, que produce resultados más finos y sensitivos en la medida en que se cuenta con mayor información y se adecua a las particularidades de cada caso. Así, los balances hídricos permiten dimensionar los escenarios de planificación y determinar prioridades, cantidades y tiempos en el uso y manejo del agua. Cuando el agua es abundante, se comporta como un bien privado, pues cualquier usuario puede apropiarla a discreción sin afectar a los demás. Sin embargo, en presencia de restricciones el agua se comporta como un bien social, pues lo que cada usuario tome puede tener un efecto negativo en los demás y genera el riesgo de conflictos. En esta perspectiva, las soluciones a los problemas del agua serán más expeditas, equitativas y eficientes en la medida en que se conozca la magnitud de los volúmenes, caudales y, desde luego, la calidad. Por lo

mismo, no cabe concebir ni ejecutar un plan de gestión sin dimensionar tales variables mediante un balance hídrico (CATHALAC 2008).

## **2.11 Institucionalidad nacional, provincial y local para la gestión de recursos hídricos en Panamá**

El sistema institucional a cargo de la administración del agua en Panamá está fragmentado y carece de una clara definición de roles, funciones y mecanismos de coordinación entre entidades que se vinculan por necesidad entre sí en torno a este tema. Esa fragmentación resulta, entre otras cosas, del hecho de que el sistema se ha ido conformando por la agregación de instituciones y de los correspondiente instrumentos legales creadas a lo largo de un período que abarca al menos tres etapas del desarrollo nacional: el de la industrialización por sustitución de importaciones, en la décadas de 1950 y 1960; el del desarrollo intensivo mediante el fomento estatal, en la década de 1970, y el de apertura económica, entre 1990 y 2007 (ANAM 2007).

Esos tres períodos compartieron una misma percepción del agua como una ventaja comparativa que podía ser objeto de explotación extensiva. El que se inicia a fines de la primera década del siglo XXI, en cambio, empieza a percibir la abundancia de agua como el punto de partida para transformar aquella ventaja comparativa en una ventaja competitiva que pueda ser objeto de una explotación intensiva, sostenible y mucho más diversificada. El paso de una etapa a la otra demanda, necesariamente, la creación de un sistema institucional nuevo para la gestión del agua en Panamá.

Hay seis tipos distintos de instituciones actualmente involucradas en la gestión de los recursos hídricos en Panamá a nivel nacional, provincial y local:

- ❖ Los Ministerios de Salud, de Desarrollo Agropecuario, de Economía y Finanzas, de Comercio e Industrias, y de Obras Públicas.
- ❖ El Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales.
- ❖ La Autoridad Nacional del Ambiente, la del Canal de Panamá, la de los Recursos Acuáticos de Panamá, la Marítima Nacional, y la Autoridad Panameña de Turismo, la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A., el Fondo de Inversión Social, la Comisión Interinstitucional de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá (CICH).
- ❖ Los municipios de Boquete y Gualaca.
- ❖ La Universidad de Panamá, la Universidad Tecnológica de Panamá.

- ❖ Diversas Ambientales y organizaciones no gubernamentales.

A continuación, se presenta la descripción del mandato institucional y operativo con relación a los recursos hídricos de las principales instituciones del gobierno central.

**Cuadro 3. Gestión pública del sector agua Panamá.**

<b>Uso del agua</b>	<b>Instituciones</b>
<b>Consumo humano.</b>	ANAM, MINSA, IDAAN, ASEP, MIVI.
<b>Producción de alimentos.</b>	ANAM, MIDA, ARAP.
<b>Producción de bienes.</b>	ANAM, MICI.
<b>Producción de energía.</b>	ANAM, ASEP, ETESA.
<b>Recreación y turismo.</b>	ANAM, ATP.
<b>Sostenibilidad ecológica.</b>	ANAM, ARAP, ATP, CONADES.

Fuente: ANAM 2008.

La Autoridad Nacional del Ambiente es la institución rectora de los recursos naturales del país. En cumplimiento de este mandato, es responsable del agua en su estado natural y debe definir las políticas y estrategias para la gestión integrada del recurso hídrico (ANAM-PNGIRH 2008).

En materia de abastecimiento de agua para consumo humano, las instituciones responsables son el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales en las zonas urbanas y el Ministerio de Salud en el área rural. El Ministerio de Salud atiende esta responsabilidad mediante una estrategia de participación comunitaria, acorde a lo establecido en el Artículo 112 de la Constitución Nacional, otorgando a las comunidades la capacidad de construcción, administración, operación y el pago del mantenimiento de los acueductos rurales. El Fondo de Inversión Social, adscrito al Ministerio de la Presidencia, apoya esa gestión mediante el

financiamiento de obras de acueductos rurales en pequeñas comunidades. En la provincia de Chiriquí, por último, los municipios de Boquete y Gualaca gestionan el suministro de agua para consumo de sus comunidades (CONADES 2007).

Las instituciones involucradas en el manejo de las aguas residuales domésticas e industriales son el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales y el Ministerio de Salud. El Código Sanitario de 1946 asignó al Ministerio de Salud la responsabilidad por el control del tratamiento y disposición final de las aguas servidas domésticas e industriales. Esta responsabilidad ha sido ejercida mediante la aprobación de los planos de construcción y la inspección de la ejecución y operación de los sistemas en las obras de desarrollo. No obstante, el Ministerio no realiza un control de la calidad de agua de los cuerpos de agua para verificar la eficiencia de los sistemas de tratamiento instalados conforme a los planos de construcción aprobados (ANAM 2008).

El Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales tiene a su cargo el mantenimiento a los sistemas de tratamiento colectivos, una vez entregada la obra a los propietarios particulares por parte de las empresas constructoras. En los últimos años, esta institución no ha realizado inversiones mayores en el área de los sistemas de alcantarillados sanitarios, ni en el mantenimiento de los existentes (ANAM 2008).

Las instituciones con competencia en la gestión de los recursos hídricos de la cuenca del Canal de Panamá y las áreas revertidas son la Autoridad Nacional del Ambiente, la Autoridad del Canal de Panamá y la Comisión Interinstitucional de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá, creada para coordinar las actividades de organismos gubernamentales y no gubernamentales con responsabilidad e intereses en la cuenca del Canal. La Comisión coordina con la Autoridad Nacional del Ambiente las actividades relacionadas con el manejo integral, la protección del ambiente natural y el desarrollo sostenible de la Cuenca del Canal, y con el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales lo relativo al abastecimiento de agua para las áreas revertidas. A partir del año 2000, los recursos hídricos de la Cuenca del Canal, conforme a la Ley General del Ambiente (Nº 41 de 1 de julio de 1998), pasaron a ser responsabilidad de la Autoridad del Canal de Panamá, creada por mandato constitucional en 1994, y que tiene derecho a veto en los proyectos que pudiesen amenazar la cantidad y/o calidad del recurso en la cuenca (ANAM 2007).

La Autoridad Marítima de Panamá atiende los problemas relacionados con la contaminación por derrames de petróleo, minerales y químicos en los puertos. La Ley 21 de 9

de julio de 1980 prohíbe la descarga de cualquier sustancia contaminante en las aguas navegables y en el mar territorial, salvo las descargas se hagan conforme a las situaciones de excepción previstas en las convenciones internacionales. Por su parte, la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá tiene a su cargo la gestión de los recursos pesqueros e hidrobiológicos y se ocupa de fomentar la producción de especies acuáticas comestibles en cuerpos de aguas naturales y artificiales (ANAM 2007).

El sector energético formal en la República de Panamá está conformado por dos subsectores bien definidos: el de hidrocarburos y el de la electricidad (térmica o hidráulica). El segundo estaba representado por el desaparecido Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación, cuya responsabilidad pasó a la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. La Ley N° 6 de 9 de febrero de 1995 modificó el Decreto de creación del Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación, autorizó la participación privada en la generación eléctrica, condicionando el desarrollo de los proyectos de energía a aquellos que no contaminen el ambiente. Desde 1998, los servicios de distribución y suministro de energía eléctrica están privatizados y mediante la Ley 6 de 1997 se creó la Comisión de Política Energética, adscrita al Ministerio de Economía y Finanzas, con el objetivo de formular, planificar y establecer las políticas del sector energía, velar por su cumplimiento, asesorar al Órgano Ejecutivo en la materia de su competencia y proponer la legislación necesaria para la adecuada vigencia de las políticas energéticas. La función de ente fiscalizador corresponde a la Autoridad de los Servicios Públicos, cuyas atribuciones incluyen velar por el cumplimiento de los reglamentos; proteger a los consumidores y fomentar el suministro competitivo de los servicios (ANAM 2007).

Las actividades relacionadas con la hidrología y meteorología recaen sobre la Autoridad del Canal de Panamá, la Dirección de Aeronáutica Civil, la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. y la Autoridad Nacional del Ambiente. A nivel regional participan el Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe y el Comité Regional de Recursos Hídricos, en la coordinación de estas actividades. Ante situaciones de riesgo y vulnerabilidad, participan el Sistema de Protección Civil, con los sistemas de alertas tempranas para emergencias, coordinados con la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A., los Ministerios de Vivienda y de Salud, el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales y la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM 2008).

## **2.12 Redes, tejido social y análisis de redes sociales en la gobernanza del recurso hídrico**

La llamada crisis del agua es esencialmente una crisis de gobernanza y gobernabilidad, directamente relacionada con los desafíos ambientales, sociales, económicos y políticos que plantea una gestión más eficiente de este recurso vital. La forma en que los diferentes actores presentes en una cuenca se relacionan y organizan sus asuntos relativos a la gestión integral del agua tiene gran importancia para la promoción de una estrategia integral de desarrollo enfocada en combatir los problemas existentes en una cuenca. El papel que las redes sociales activas pueden tomar en la definición y construcción de la opinión pública suele ser relevante en materia de gestión de aguas, la misma está desempeñando un buen papel en desarrollo de los procesos de toma de decisiones (UICN 2008)

Las redes son definidas como un conjunto de lazos entre una serie de actores que pueden ser personas u organizaciones, que establecen relaciones y producen intercambios de manera continua, con el fin de alcanzar metas comunes en forma efectiva y eficiente. Es un sistema evolutivo de dependencia mutua basado en relaciones de recursos y su carácter sistémico es producto de interacciones de procesos, procedimientos e institucionalización logrado a través de un amplio y variado rango de relaciones formales e informales (Fischer 2001). Es decir, las redes sociales no son estáticas, están en continuo movimiento, son dinámicas y sumamente variables, y difíciles de delimitar. Sin embargo, ofrecen un enorme potencial de intervención social cuando los vínculos que se establecen entre distintas redes se transforman en una voluntad colectiva (Maillat y Kebir 1998).

El concepto de redes, se muestra cada vez más frecuente en la vida cotidiana, ya que las personas se encuentran cada vez más conectadas entre sí, y es cada vez más común el trabajo que se hace de forma virtual sin necesidad de encontrarse en un espacio físico. Mientras estas redes van creciendo, existe cada vez mayor conciencia de la importancia de las relaciones sociales en todos los ámbitos, o sea redes virtuales desde empresas internacionales hasta comunitarios que viven en una aldea remota en las montañas quienes buscan encontrar un mercado para sus cultivos (CIAT 2006).

La metodología del análisis de redes sociales (ARS) ha demostrado tener un alto crecimiento dentro de las ciencias sociales y hasta el momento se ha aplicado en temas tan diversos como salud, psicología, organización empresarial, comunicación electrónica y gestión de cuencas hidrográficas (CIAT 2006).

Las redes presentan vínculos directos y relaciones no jerárquicas entre los actores y su tendencia a consolidarse obedece a la posibilidad de reducir riesgos y costos de transacción en los procesos de innovación, puesto que ninguno posee en lo individual los recursos suficientes para poner en marcha procesos integrales. Redes son un espacio de diálogo y coordinación a través del cual se vinculan organizaciones sociales e instituciones públicas y privadas en función de un objetivo común y sobre la base de normas y valores compartidos. Generan relaciones de colaboración, movilización de recursos comunes, actividades en beneficio de los participantes, amplían y estrechan vínculos, crean sentido de pertenencia, socializan conocimientos, experiencias y saberes, restablecen la confianza social y las relaciones de intercambio y reciprocidad (Morales 2004). Es decir, las redes pueden ser efectivas para lograr una gran aproximación al concepto de alianzas, de institucionalidad y de cogestión.

Maillat y Kebir (1998) refuerzan lo antes señalado al mencionar que las redes funcionan como procesos de aprendizaje y son la base para construir innovación y mantener las ventajas competitivas de un territorio y tienen especial relevancia en la constitución de un ambiente institucional que propicie la cooperación. Agregan que fortalecer el tejido local busca promover, impulsar y cualificar formas y patrones de organización social para que participen activa y propositiva en la toma de decisiones y en la formulación, implementación y evaluación de la política social local y escenarios para impulsar iniciativas cogestionadas con la comunidad. Lo antes mencionado está muy en línea con el enfoque de cogestión de cuencas y por eso el estudio de las redes sociales institucionales existentes en los sitios donde se desarrollen programas o proyectos con este enfoque debe ser considerado.

Clark (2006) señala que al iniciar un proyecto de desarrollo en un lugar y contexto desconocido involucra ciertos obstáculos, siendo uno de los más críticos el desconocimiento del funcionamiento del sistema o red social existente. Adiciona que necesariamente los investigadores deben comprender este sistema para identificar con quiénes y cómo se va a trabajar y comprender las relaciones que existen entre ellos, debido a que cuando se trabaja en estructuras sociales desconocidas, existe un alto riesgo de tomar decisiones erradas, por lo que es importante invertir cierto tiempo para identificar a los actores claves y establecer alianzas con socios que gozan de buena aceptación en el sector, lo que incrementa las posibilidades de éxito para cualquier proyecto.

Una red se compone de tres elementos básicos: nodos o actores, vínculos o relaciones y flujos que indican la dirección del vínculo y que puede ser uni o bi-direccional (Velásquez y

Aguilar 2005, Clark 2006). Para comprender estas relaciones se ha desarrollado el Análisis de Redes Sociales (ARS), que cuenta con dos enfoques principales, los actores y las relaciones que existen entre ellos en cierto contexto social (Clark 2006), y consiste en determinar los vínculos y los flujos existentes entre los diferentes actores y determinar sus indicadores (Cuadro 4). La metodología del ARS ha demostrado tener un alto crecimiento dentro de las ciencias sociales y hasta el momento se ha aplicado en temas tan diversos como salud, psicología, organización empresarial y comunicación electrónica, sin embargo, la aplicación en el área del desarrollo rural es muy reciente, pero sus principios pueden ser adaptados a diferentes ámbitos.

**Cuadro 4. Tipos de indicadores más comunes en una red.**

<b>Tipo de indicador</b>	<b>Nodo</b>	<b>Red Completa</b>	<b>Descripción</b>
<b>Densidad</b>	Sí	Sí	Muestra la densidad de la red, y es una medida expresada en porcentaje del cociente entre el número de relaciones existentes y las posibles.
<b>Centralidad</b>	Sí	No	Es el número de actores a los cuales un actor está directamente unido.
<b>Centralización</b>	No	Sí	Condición especial en la que un actor ejerce un papel central en la red.
<b>Intermediación</b>	Sí	Sí	Posibilidad de un nodo de intermediar o servir de enlace entre dos nodos. Son llamados también como nodos puentes.
<b>Cercanía</b>	Sí	Sí	Es la capacidad de un actor para alcanzar a todos los nodos de la red.

Tomado de Velásquez y Aguilar (2005)

### **2.13 El pago por servicios ecosistémicos en la gestión de recursos hídricos**

El esquema de PSE es un mecanismo de mercado de compensación directa, de incentivo económico, voluntario y flexible, que viene ganado importancia como vía para recaudar fondos de reinversión para el manejo y gestión de recursos hídricos. Alpizar et ál. (2006) definen el PSE como arreglos institucionales donde los dueños de la tierra que proveen SE (agua, biodiversidad, captación de carbono, paisaje y otros) reciben una retribución monetaria

por parte de los beneficiarios de esos servicios, y solo se cumple la transacción si el proveedor presta el servicio bajo una condicionalidad de sostenibilidad.

Según Madrigal y Alpizar (2008), se emplea con frecuencia el término “servicios ambientales” como sinónimo de “servicios ecosistémicos”, sin embargo, tal práctica no es apropiada porque:

- i. Es necesario buscar consistencia con el informe de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, que hace referencia sólo a “servicios ecosistémicos” o “servicios de ecosistemas” y no del término “servicios ambientales”
- ii. Es pertinente evitar confusiones con el concepto de “bienes y servicios ambientales” manejados en los acuerdos mundiales comerciales. Para la Organización Mundial del Comercio (OMC), los servicios ambientales hacen referencia a los servicios de consultoría, y bienes ambientales hacen alusión a equipos y maquinarias.

Entre las primeras definiciones de servicios ecosistémicos está la de Daily (1997), definiéndolos como beneficios de la naturaleza hacia los hogares, comunidades y economías. Esta definición intenta ilustrar la conexión entre ecología y bienestar humano. Posteriormente, de Groot *et al.* (2002) definen los servicios ecosistémicos como la capacidad de los componentes y procesos naturales para proveer bienes y servicios que satisfagan las necesidades humanas, directa e indirectamente y los agrupa en cuatro grupos: servicios de regulación, servicios de hábitat, servicios de producción y servicios de información.

Boyd y Banzhaf (2007) definen los servicios ecosistémicos como componentes de la naturaleza que son disfrutados, consumidos o usados porque son productos finales de la naturaleza que no siempre son consumidos. Los bienes económicos finales son directamente disfrutados, consumidos o usados por los hogares y el consumidor.

Los servicios ecosistémicos son componentes de la naturaleza porque son cosas o características ecológicas propias de los ecosistemas, no son sólo funciones o procesos. Los componentes de los ecosistemas incluyen recursos como la superficie del agua, océanos, tipos de vegetación, población de especies. Las funciones y procesos de los ecosistemas son las interacciones biológicas, químicas y físicas entre los componentes de los ecosistemas. Las funciones y procesos no son productos finales, ellos son intermedios (subproductos) de la producción de los servicios ecosistémicos. Por ejemplo, a menudo el reciclaje de nutrientes es llamado servicio ecosistémico cuando, en realidad, se trata de proceso y funciones ecológicas

de la naturaleza (subproductos o productos intermedios de los ecosistemas (Boyd y Banzhaf 2007).

Los servicios ecosistémicos deberían ser mensurables en cuanto a precio y cantidad, es decir, son posibles de asignarles un precio por cada unidad de servicio ecosistémicos proveído. La construcción de una función dosis respuesta es importante para un esquema de pago por servicios ecosistémicos.

Cuando las actividades humanas impactan sobre los servicios ecosistémicos es posible asignarle un valor económico a la pérdida del beneficio. Por ejemplo, a pesar que la severidad de la degradación de los suelos está pobremente documentada, algunas estimaciones mundiales de la pérdida de suelos varían entre los 24 mil millones de toneladas métricas por año (Brown 1984, citado por Daily *et al.* 1997) hasta los 75 mil millones de toneladas métricas (Pimentel *et al.* 1995). Los costos directos de la erosión del suelo estimada a partir de los costos de remplazo del agua y nutrientes agrícolas, a nivel mundial, asciende a US \$ 250 mil millones por año (Pimentel *et al.* 1995).

## **2.14 Esquemas de pago por servicio ecosistémico hídrico en cuencas**

En general, el pago por servicios ambientales es un tema que ha venido ganado terreno entre los líderes políticos y ambientalistas alrededor del mundo (Retamal 2006).

Una cuenca hidrográfica es un conjunto de sistemas complejos y dinámicos que generan múltiples interacciones (bienes y servicios) a distintas escalas y desde el punto de vista económico, pueden ser catalogadas como recursos comunes debido a las bajas probabilidades de exclusión y alta rivalidad de consumo (Madrigal y Alpízar 2008). Por ello, es necesario realizar esfuerzo de acción colectiva para reducir los posibles conflictos y reducir costos.

Un esquema de pago de servicio ecosistémico hídrico es una alternativa para la conservación y protección de zonas prioritarias para el abastecimiento de agua, y a la vez, permite disminuir la presión sobre el escaso presupuesto de los municipios que desean invertir en la gestión integral de recursos hídricos (Cisneros *et al.* 2006). El esquema de pago por servicios hídricos procura internalizar en la población el costo económico de la prestación de servicios ecosistémicos y estimular la participación del propietario de la tierra en las áreas prioritarias por medio de una compensación económica proveniente de los usuarios de dichos servicios (Cisneros *et al.* 2006). Los esquemas de pago no son mercancías que se compran y venden en un mercado; el mercado debe crearse.

Un esquema de pago por servicios ecosistémicos hídricos es una alternativa para la provisión de dichos servicios. El problema radica en que si los incentivos ofrecidos bajo arreglos de mercado no están en función de la contribución marginal de los usos de suelos para la oferta hídrica, se comenten dos tipos de errores: la falta de precisión en la internalización de las externalidades y una baja efectividad del esquema en términos de costo-beneficio. El primero de estos problemas provoca injusticia en los términos de los pagos, ya que el oferente que más contribuye con la provisión de agua (unidad de área) no necesariamente recibe un pago más alto, y por otro lado, también perjudica el envío de señales claras a los productores acerca de los cambios o tipos de uso de suelos deseables en términos ambientales. El segundo problema condiciona la escala temporal y espacial de esquema, ya que una mayor efectividad en los pagos podría ampliarse el horizonte temporal e incluir una mayor cantidad de área dentro del esquema. Adicionalmente, este problema incide también en la credibilidad del proyecto, ya que los beneficiarios esperan que sus pagos produzcan la mayor cantidad de beneficiarios posibles (Alpízar y Madrigal 2005).

Hoy es inquietud de los gobernantes, de las instituciones públicas y privadas y de la sociedad civil, implementar acciones para frenar la degradación de los ecosistemas y la pérdida de sus servicios ecosistémicos hídricos, acciones que promuevan el adecuado uso del suelo y las buenas prácticas agrícolas (Huerta 2008).

En este sentido, los esquemas de pago por servicios de ecosistemas (PSE) hídricos se han convertido en un instrumento de mercado innovador en los últimos años, como una alternativa a los instrumentos de comando y control (que en muchos casos fallaron) para la protección y conservación de los recursos naturales. El esquema es un mecanismo de compensación directa, de incentivo económico, voluntario y flexible, donde los dueños de la tierra que proveen SE hídrico reciben una retribución monetaria por parte de los beneficiarios del servicio (Alpízar et ál. 2006). A partir de 1996, muchos países de Centroamérica implementaron el PSE hídrico con resultados promisorios, en la actualidad, en el mundo cada vez son más numerosos los estudios para el diseño e implementación de PSE hídricos. También existen experiencias exitosas y otros que no tuvieron condiciones favorables para su ejecución debido a factores, tales como la debilidad de la gobernanza e institucionalidad hídrica, altos costos de de transacción, falta de financiamiento, limitada capacidad de pago de los beneficiarios, mercados incipientes de oferta y demanda de servicios ecosistémicos y otras.

Algunas experiencias exitosas de esquemas de pago por servicios ecosistémicos hídricos (PSEH) están generando falsas expectativas en entidades, políticos y líderes tratando de generalizar su aplicación, cuando en realidad requieren condiciones mínimas de oferta del servicio ecosistémico hídricos, de demanda, de marco institucional y de gobernabilidad favorable (Huerta 2008).

Huerta (2008) validó y mejoró una guía de diagnóstico rápido de las condiciones mínimas para el diseño e implementación de un esquema de PSEH para una microcuenca hidrográfica, a partir de una propuesta desarrollada por Alpízar y Mercado (2006). La guía original que tenía 52 indicadores fue ajustada y mejorada, quedando finalmente compuesta de 4 componentes, 20 criterios y 37 indicadores y una escala de calificación con cuatro categorías: condición muy propicia, neutral, restricción salvable y restricción insalvable. El autor concluye que la guía mejorada es aplicable para cuencas, es participativa, es fácil y de bajo costo operativo. Además la guía facilita un análisis de la gestión integrada e identifica acciones inmediatas a seguir para iniciar el diseño e implementación del esquema de PSEH.

Hoy en día es preocupación de los gobernantes, de las instituciones públicas y privadas y de la sociedad civil, implementar acciones para frenar la degradación de los ecosistemas y la pérdida de sus servicios ecosistémicos hídricos.

Uno de los programas más destacados, iniciado en Costa Rica fue diseñado para lograr un aumento de diversos servicios ecosistémicos forestales (absorción de carbono, servicios hidrológicos, conservación de la biodiversidad y provisión de belleza panorámica) mediante indemnizaciones a propietarios de tierras y bosques a cambio de contratos plurianuales para la reforestación, la ordenación forestal sostenible y la protección de los bosques. Las principales fuentes de financiación de este programa han sido los ingresos procedentes tanto de impuestos sobre combustibles fósiles como de las compañías eléctricas, préstamos del Banco Mundial y subvenciones por parte del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FAO 2007).

Para el 2009, la FAO publica el documento “Experiencias prácticas de mecanismos de compensación por los servicios hídricos provenientes de bosque en Centro América y El Caribe” en donde se identifica un análisis cualitativo de 27 experiencias de mecanismos de compensación de servicios hidrológicos proporcionados por los bosques en la región de América Central y el Caribe. La mayoría de los casos se desarrollan a escala local, en respuesta a problemas con el abastecimiento de agua, para lo cual se aplican diferentes mecanismos de compensación. Actores externos como ONG y agencias de cooperación

internacional han sido importantes catalizadores de estos procesos. En términos generales, los casos analizados reflejan procesos de negociación social y política que necesitan consolidarse, resaltando la necesidad de encontrar fórmulas de financiamiento permanente (lo cual constituye el tema crítico para el sostenimiento a largo plazo de las iniciativas). Se identificó que aun cuando los Gobiernos nacionales no participan en muchas de las iniciativas, el Estado juega un papel importante en su desarrollo al incentivar y regular el uso de los recursos naturales por medio de las políticas públicas. Finalmente, el documento presenta conclusiones del análisis global de los casos evaluados y plantea algunas áreas de acción que se requieren para apoyar el proceso en la región (FAO 2009).

Los servicios ecosistémicos que proveen las cuencas hidrográficas son cada vez más valiosos y finitos, en especial el agua. Para su sostenibilidad es necesario implementar planes de manejo y gestión, y esto su vez, requiere mecanismos de financiamiento sostenible. Un esquema de PSE hídrico bien diseñado con condiciones favorables se convierte en un mecanismo de financiamiento sostenible para recaudar fondos de reinversión para el manejo y gestión de los recursos naturales en general, y cuencas hidrográficas en particular.

## **3. METODOLOGÍA**

### **3.1 Ubicación y descripción general del área de estudio**

La subcuenca alta del río Caldera (Figura 4) se encuentra localizada en la vertiente Pacífica de Panamá y forma parte la cuenca del río Chiriquí, la cual es de vital importancia para la provincia del mismo nombre y para el país. El principal centro poblado es el distrito de Boquete. La subcuenca está ubicada entre las coordenadas UTM X: 330000 y 351000 latitud norte, UTM Y: 97900 y 96600 longitud oeste.

Su área de drenaje es de 14325 ha (143,3 km<sup>2</sup>), representando un 7,5% del total de la cuenca del río Chiriquí. La longitud aproximada desde su nacimiento hasta la salida es de 49,4 kilómetros. El perímetro es de 55,2 kilómetros. La forma de la misma es rectangular delgada, alargada, corriendo casi en dirección oeste-este al inicio, para luego tomar una dirección noroeste-sureste al unirse al río Chiriquí. La región hidrológica del río Caldera se puede catalogar como pequeña y del tipo exorreica. La subcuenca tiene una altitud que va desde 675 hasta los 3302 msnm.

#### **3.1.1 Características climáticas**

La subcuenca posee tres tipos de climas: tropical húmedo, templado húmedo de altura, templado muy húmedo de altura, con dos estaciones bien definidas: una lluviosa y una seca

La precipitación media anual es de 3466 mm; octubre es el mes más lluvioso con una precipitación promedio de 739 mm, mientras que el mes más seco es febrero con 20 mm. La estación seca o de menor cantidad de precipitación se prolonga desde diciembre hasta abril, mientras que la estación lluviosa inicia en mayo y se extiende hasta finales de noviembre. El 90,4% de la precipitación anual en esta región se da en la estación lluviosa y el 9,6% se da en la estación seca (Censo Panamá 2000).

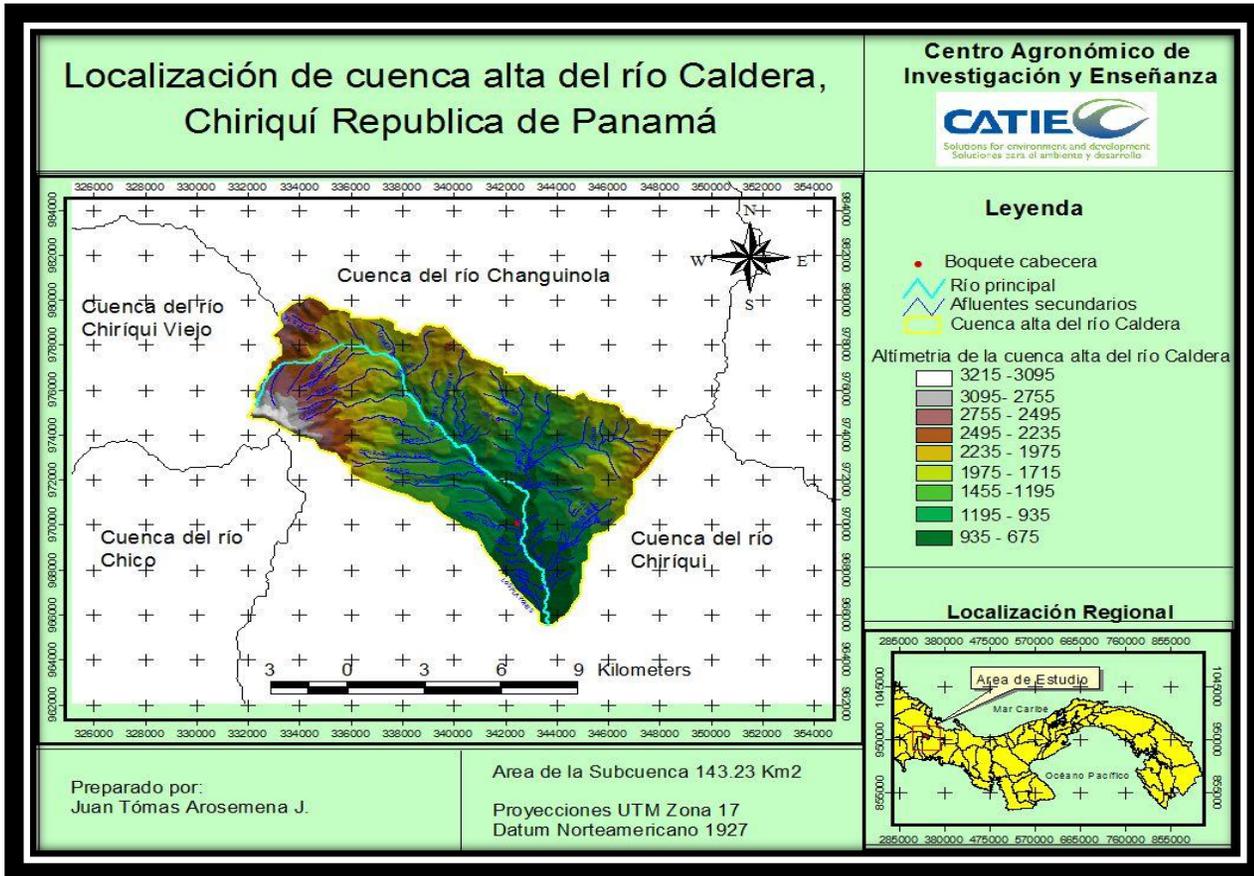
La temperatura media de la región es de 21,2 °C. La temperatura promedio se mantiene bastante constante a lo largo del año; los meses más frescos son septiembre y octubre con 16,3 °C y 16,1 °C, respectivamente, mientras que los más cálidos son marzo y abril con 21,7 °C y 22,9 °C, respectivamente, justo en los meses de cambio de época seca a lluviosa y viceversa (Censo Panamá 2000).

En los meses secos el promedio mensual es de 128,4 horas sol, mientras que en los meses húmedos es de 71,3 horas (Censo Panamá 2001).

Los datos de viento se registran solamente en la estación de la facultad de Agronomía ubicada en la parte baja de la cuenca, del río Chiriquí. Los valores que caracterizan este

parámetro son: 1,1 m/s como velocidad media anual; el mes con mayor velocidad de viento es febrero con una media de 1,8 m/s, mientras que el mes con menor velocidad es noviembre con 0,80 m/s (AES 2003).

El valor de humedad relativa promedio anual en esta región asciende a 86,6%, en el mes más seco (marzo) la humedad relativa alcanza un valor promedio mensual de 82,9%, mientras que en el más húmedo (octubre) la humedad relativa promedio es de 92,3% (Censo Panamá 2000).



**Figura 4: Mapa de ubicación de la subcuenca alta del río Caldera, en la cuenca del río Chiriquí, provincia de Chiriquí, República de Panamá.**

### 3.1.2 Caracterización económico –productiva

Parte del área alta de la subcuenca del río Caldera se encuentra ubicado el parque nacional Volcán Barú. Las actividades económicas más importantes son la agricultura y la generación de energía eléctrica. Los recursos naturales existentes en la subcuenca son valiosos para el país y se ha dado gran importancia a su uso apropiado, ya que es determinante para un

desarrollo socioeconómico armonioso, con miras a asegurar una mejor calidad de vida a las generaciones futuras que viven en esta subcuenca. (Censo Panamá 2000).

Según el censo nacional de población y vivienda del año 2000, la población de la subcuenca fue de 16943 personas, de las cuales, el 49,5% son hombres y 50,5% mujeres.

Una gran mayoría, un 72%, se dedica a labores agrícolas y ganaderas: un 12% de la población económicamente activa se dedica a labores del sector terciario; el 16% restante están entre los infantes y ancianos que no ejercen ninguna labor dentro de la zona (Censo Panamá 2000).

En cuanto a las viviendas, en la cuenca existen 3557 casas, de los cuales el 6% son viviendas con piso de tierra, 2% no cuentan con servicio sanitario, 14% sin televisor, 13% sin radio y 55% sin teléfono residencial.

En cuanto al acceso al agua potable, el 95% de las viviendas tienen acceso al agua potable y solo el 5% no tienen acceso al vital líquido. El 11% de las viviendas no cuentan con luz eléctrica; de estas el 90% utilizan el gas butano para cocinar y el 10% cocinan con leña. (Censo Panamá 2000).

#### ➤ **Uso predominante de la tierra**

Según AES (2003) en la subcuenca hay 9 categorías predominante de uso de la tierra (figura 5):

#### ❖ **Cultivos hortícolas**

Esta actividad agrícola ocupa un área de 3,64% de la subcuenca. Es diseminada por toda la parte media y alrededor de la zona poblada de la subcuenca. Las labores agrícolas son tanto de tipo artesanal (tradicional) como tecnológico (avanzado). Se denominan también cultivos en limpio. Se disponen a favor o en contra de la pendiente; indistintamente. Productos como cebolla, tomate, zanahoria, remolacha, ajíes y apio se producen en esta zona.

#### ❖ **Cultivos permanentes**

Ocupa el 8,76% del área total de la subcuenca y están distribuidos en la parte media de la subcuenca, en plantaciones con distintos grados de pendiente corresponde principalmente a plantaciones de café y cítricos. La producción cafetalera es de gran importancia a nivel nacional a internacional. Las plantaciones de café poseen manejo integrado contra plagas y enfermedades.

### ❖ **Pasto arbolado y rastrojado**

Esta categoría ocupa un 36,7% del área total de la cuenca, utilizada en su mayoría para pastoreo, con distintas categorías de densidades de dosel de rastrojo y árboles (menor de 20%; de 20 a 60% y más de 60%).

### ❖ **Bosques primarios**

Ocupan un 34,6% del área total de la cuenca del río Caldera. La mayoría de las formaciones boscosas están en zonas naturales de captación aguas y/o protección. Poseen un alto valor comercial que se encuentran en constante peligro de desaparecer, debido a la enorme presión social por la tierra existente en la zona, pese a los esfuerzos de entidades gubernamentales como Municipio de Boquete y ANAM.

### ❖ **Bosque secundario**

Ocupa el 6,22% del área total de la cuenca. Son zonas que fueron, utilizadas en labores agropecuarias o fueron sometidas a un aprovechamiento forestal selectivo.

### ❖ **Rastrojo puro sometido a ganadería extensiva**

En esta zona se desarrollan actividades de ganadería de leche y carne. La mayor parte de este uso se localiza en zonas de pendiente suave, de gran pedregosidad y de fuerte incidencia eólica. La mayor parte de esta zona presenta varios niveles de sucesión vegetal. Esta categoría de uso ocupa un 6,36% del área total de la cuenca.

### ❖ **Uso doméstico múltiple**

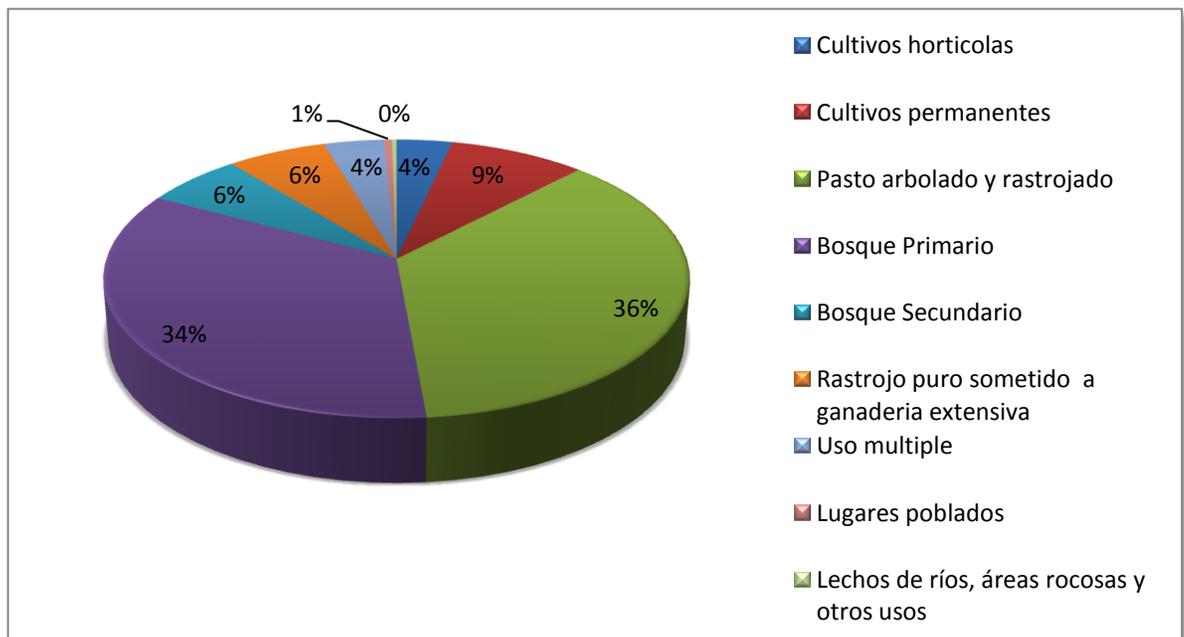
Ocupa el 3,90% del área total de la cuenca. Esta zona está seccionada en pequeñas áreas que van desde 0-5 ha. Se practica en esta área actividades agropecuarias de subsistencia como horticultura, floricultura y fruticultura; crianza y mantenimiento de animales domésticos, etc.

### ❖ Lugares poblados

Los centros de población se concentran entre los 900 y los 1400 msnm. Ocupa esta zona un 0,43% del área total de la cuenca del río Caldera. Sus habitantes se dedican a labores agropecuarias y de servicio (carácter terciario).

### ❖ Lechos de ríos, áreas rocosas y otros usos

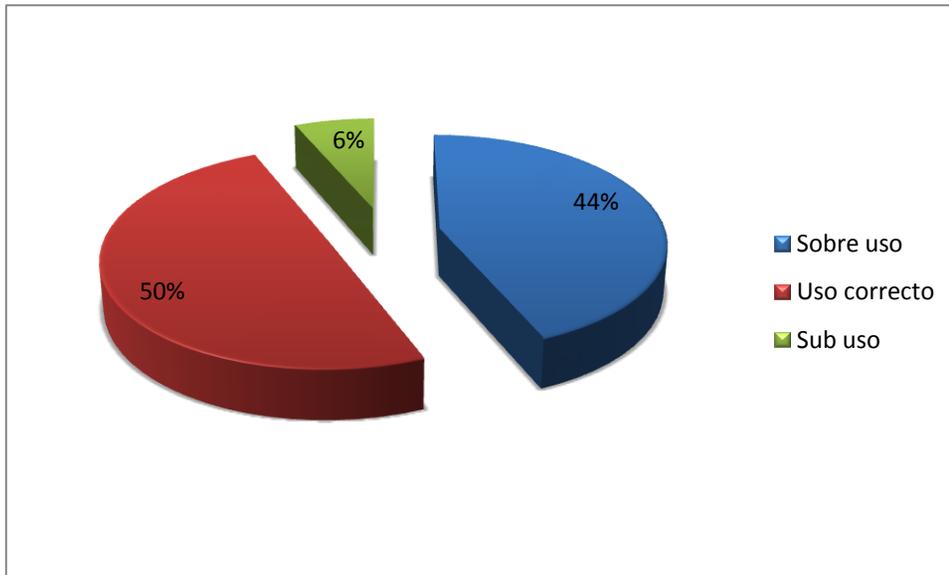
Ocupan un 0,3% del área total de la subcuenca. El lecho de los ríos es pedregoso y transporta mucho material producto de la erosión en la zona (socavamiento y solifluxión). En algunas partes de la subcuenca alta del río del Caldera se observan evidencias de focos de erosión.



**Figura 5: Usos predominantes de la tierra en cuenca alta alta del río Caldera.**

### ➤ Intensidad de uso de la Tierra

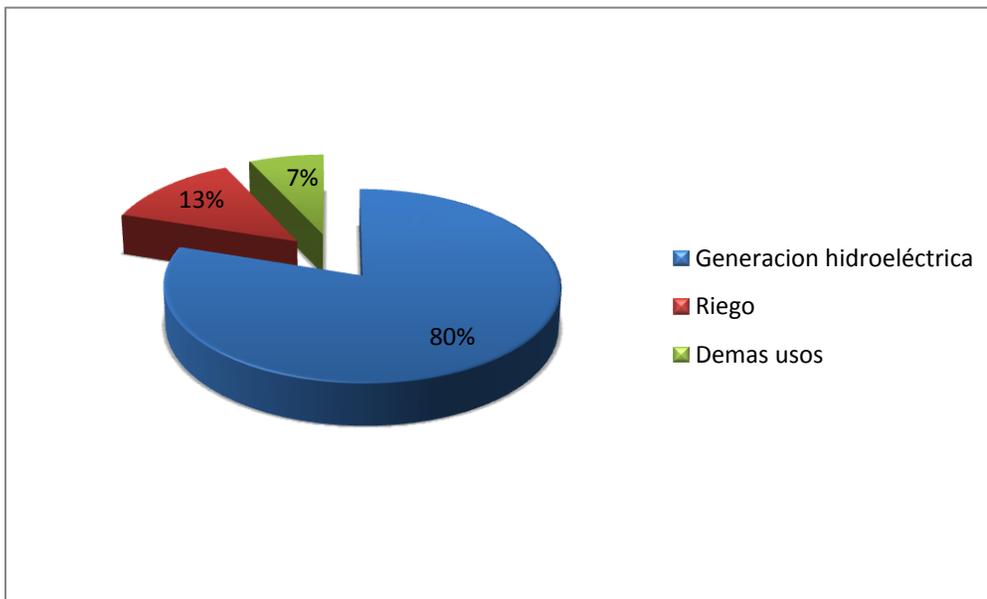
Según AES (2003), el 43,7 de la subcuenca se encuentra en sobreuso, 49,8 % en uso correcto y 6,5 % en subuso (Figura 6).



**Figura 6. Intensidad de uso de la tierra en cuenca alta alta del río Caldera.**

### 3.1.3 Uso del agua y su gestión en la subcuenca del río Caldera

Los principales tipos de uso de agua en esta subcuenca (figura 7) se encuentran la generación hidroeléctrica con el 80%, seguido por el agua para riego con 13 %; los demás usos, aún apenas en conjunto alcanzan el 7% que se utilizan en casi todas las explotaciones el uso doméstico, recreación, turismo y agroindustrial (CONADES 2007).



**Figura 7. Principales usos del agua en cuenca alta alta del río Caldera.**

La principal institución encargada de la gestión del recurso hídrico a nivel de la subcuenca es la ANAM, las otras instituciones involucradas en la gestión de los recursos hídricos que se encuentran en la subcuenca son: Ministerio de Salud (MINSa), Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN) y el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) encargado de la gestión de agua para riego. Al IDAAN y MINSa son las instituciones responsables del abastecimiento de agua para consumo humano y la disposición de aguas residuales domésticas e industriales. El IDAAN se encarga de darle mantenimiento a los sistemas de tratamiento colectivos, una vez que es entregada la obra a los propietarios particulares por parte de las empresas constructoras. El abastecimiento de agua en áreas rurales remotas está bajo la responsabilidad del MINSa. Igualmente, el código sanitario de la república de Panamá encomienda al MINSa, el control del tratamiento y disposición final de las aguas servidas, tanto domésticas (en el ámbito individual o colectivo) como industriales. El Fondo de Emergencia Social (FES), adscrito al Ministerio de la Presidencia, participa a nivel de gestión, apoyando el financiamiento de acueductos rurales. Son varios los gobiernos locales que gestionan el suministro de agua para consumo de su comunidad; este es el caso de los municipios de Boquete y Gualaca que son parte de la cuenca del río Chiriquí (ANAM, 2008).

### **3.1.4 Presencia de instituciones y organizaciones**

La presencia de las institucionales dentro de la cuenca se circunscribe a las labores de manejo y conservación de suelos, también a la mejora de las labores del agrícolas y de los pobladores del agro. Estas entidades gubernamentales son rectoras de las leyes y políticas y administrativas de los recursos existentes en el país además les corresponde dar lineamientos realizar planes de manejo dentro de esta subcuenca.

Cabe destacar que en la cuenca del río Chiriquí, se tiene la presencia de las instituciones gubernamentales, sector privado y la participación de ONG que tienen el interés de contribuir en el desarrollo y sostenibilidad económica y ambiental, y que a su vez, guardan injerencia en la subcuenca del río Caldera. Entre las instituciones están:

**Gubernamentales:** ANAM, MIDA, MEDUCA, MINSa, MOP, SINAPROC, Universidad de Panamá, Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI) Policía Nacional, PRONAT, BDA, IDIAP, MIVI, Bomberos y el municipio de Boquete. De estas instituciones reciben cooperación técnica, préstamos, proyectos, asistencia social, capacitación, etc.

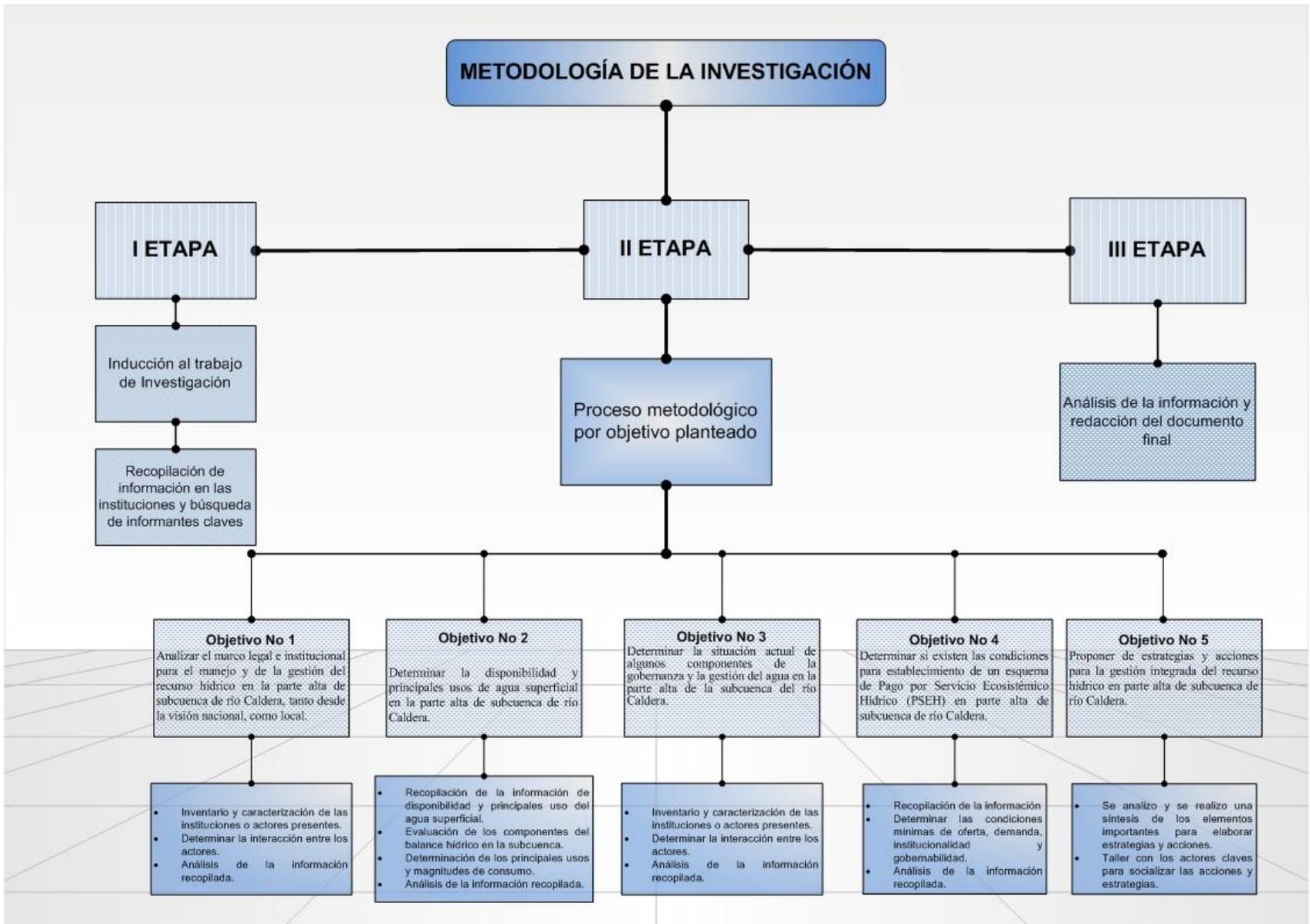
- **Sector privado y ONG:** AES Panamá, Cuerpo de Paz, Fundación Natura, Conservación Internacional (CI), The National Conservancy (TNC) Iglesia Católica, Asociación para el Desarrollo Integral de Boquete (ADIB), Fundación Vida Salud y Ambiente (FUNDAVISAP). Las ONG ambientalistas realizan proyectos para la conservación de los recursos naturales, las iglesias y el cuerpo de paz realizan obras sociales en las comunidades y las empresas privadas realizan comercios en las comunidades.

### **3.2 Procedimientos metodológicos**

El estudio se organizó en tres etapas (figura 8). La primera etapa consistió en la inducción de la investigación. Primeramente se realizó una gira de reconocimiento y establecimiento de los primeros contactos para el reconocimiento de la subcuenca; paralelamente se revisó información secundaria sobre el área de estudio. También se procedió a establecer contacto con dos asociaciones de reconocimiento en el distrito de Boquete, la Fundación Vida, Salud, Ambiente y Paz (Fundavisap) y la Asociación para Desarrollo Integral de Boquete, (ADIB), las mismas con sedes en el distrito, corresponden a la alta de la subcuenca del río Caldera, las cuales facilitaron los listado de las instituciones (públicas y privadas), asociaciones, ONG y productores que tiene que ver con el tema del agua en la cuenca alta (27 de la parte alta de la cuenca). Se utilizó la metodología de identificación y caracterización de actores recomendada por Chavalier y Buckles (2006) y Jiménez (2008), para la verificación de los productores como parte de los actores claves (ver anexo 2).

La segunda etapa consistió en aplicar diferentes metodologías y actividades para obtener la información necesaria para cumplir con cada uno de los cinco objetivos específicos planteados en el estudio.

Finalmente, la tercera etapa consistió en tabulación y el análisis de la información recopilada para cada uno de los objetivos y la elaboración del documento de tesis.



**Figura 8. Proceso metodológico general para la investigación.**

### 3.3 Descripción de la metodología por objetivos

**Objetivo 1.** *Analizar el marco legal e institucional para el manejo y de la gestión del recurso hídrico cuenca alta del río Caldera, tanto desde la visión nacional, como local.*

Para cumplir este objetivo se procedió con lo siguiente:

- ❖ Se realizó una búsqueda y recolección de información mediante la revisión de literatura de las leyes o normativas de gestión del agua; visitas a instituciones, aplicación de 15 entrevistas semi-estructuradas a funcionarios públicos (informantes claves) de las principales entidades tanto a nivel nacional, regional y/o municipal, públicas o particulares que tengan injerencia sobre el tema (ANAM, CATIE, MINSA, IDIAP, MIDA, MOP, SINAPROC, Universidad de Panamá, Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI), municipio local, entre otros actores presentes en la subcuenca).
- ❖ Al hacer el análisis profundo de las normativas (leyes, políticas, lineamientos, reglamentos y ordenanzas) las misma fue analizada de acuerdo a los siguientes elementos:
  - ✓ Contenido textual sobre el tema de estudio.
  - ✓ Periodo que tiene de estar vigente.
  - ✓ Responsables del cumplimiento y ejecución.
  - ✓ Limitaciones, debilidades, fortalezas y oportunidades para la implementación.
- ❖ Con respecto al marco institucional el mismo se analizó con base en los siguientes aspectos:
  - ✓ Nivel de prioridad del tema en el quehacer de las instituciones.
  - ✓ Integración del tema en los planes operativos anuales, planes de mediano y largo plazo y planes estratégicos de las instituciones.
  - ✓ Las instituciones que tienen relación con el agua que están presentes en la subcuenca.
  - ✓ La función que corresponde a cada una de las instituciones.
  - ✓ Las organizaciones que se relacionan con el agua en la subcuenca.
  - ✓ Las funciones de esas organizaciones.

**Objetivo 2.** *Determinar la disponibilidad y principales usos de agua superficial cuenca alta del río Caldera.*

Para cumplir este objetivo se procedió con lo siguiente:

❖ **Recopilación información primaria**

Con base a información climatológica e hidrométrica de las dos estaciones activas y presentes en el área de estudio se elaboró una base de datos por estación con sus respectivas variables. Con esta base de datos, se estimaron los valores mensuales y anuales para un periodo mínimo de 20 años de registros (Anexos 22-24). En algunos casos se hizo necesario aplicar técnicas regionales como el método de la avenida índice y estaciones-año (UNESCO 2008) para la extensión y complemento de registros.

También se recolectó información relacionada con las concesiones de agua ubicadas dentro de la región en estudio: número de identificación, coordenadas geográficas, fuente, uso, localización geográfica (corregimiento y distrito).

❖ **Estimación del balance hídrico**

El intervalo de tiempo para el balance superficial fue de un mes.

Se partió de la ecuación de continuidad, expresada como

$$\Delta V = E - S = \frac{dV}{dt}$$

donde la variación de volumen  $V$  en el tiempo, es función del volumen entrante  $E$  menos el volumen  $S$  que sale del sistema (sistema hidrológico, cuenca, lago, etc.), o lo que es lo mismo, la variación de volumen es igual a las entradas menos las salidas, para un intervalo de tiempo específico. La ecuación de balance de agua superficial, tomando como unidad de análisis y plano de referencia a la cuenca, se plantea como sigue (Aparicio *et al.* 2006).

$$\Delta V = (V_{ll} + Rt + B + V_{man}) - (Et + In + Inter + Uc + f + A_b)$$

Donde:

$\Delta V$  = Cambio de almacenamiento, en el supuesto de que en la cuenca existen cuerpos de agua como embalses, lagos, lagunas, etc.

$V_{ll}$  = Volumen de lluvia en la cuenca. Esta variable se estimó con los registros mensuales para un periodo de 20 años, proporcionados por ETESA (Anexos 22 y 23).

$Rt$  = Retornos de agua desde los diversos usos. Se estimó con los registros de concesiones para diferentes usos que maneja la ANAM.

$B$  = Extracciones por bombeo de los acuíferos. Este componente de la fórmula se estimó con los registros de extracciones de acuíferos de la provincia de Chiriquí que mantienen el ANAM, MINSA, MIDA y MICI.

$V_{man}$  = Volumen aportado por los manantiales. Se estimó con base en estudios de la ANAM, en la cual mencionan que los volúmenes aportados por manantiales y que representan alrededor del 2% de la lluvia total en la subcuenca.

$Et$  = Evapotranspiración. Se estimó la  $Et_p$ , según el método de FAO (Penman-Monteith; los detalles del método se explican en anexo (Aparicio *et al.* 2002).

$In$  = Infiltración de la lluvia hacia las capas profundas del suelo. Se estimó con el registro de la ANAM sobre infiltración dentro de la cuenca.

$Inter$  = Intercepción de lluvia por la vegetación. Este valor se estimó en 5% del valor de precipitación de la cuenca, de acuerdo con estudios y experiencias en esta subcuenca, según la ANAM.

$Uc$  = Usos (consuntivos o no) del agua, equivalente a la demanda. Este valor se estimó con base en registro de concesiones de agua para diferentes usos proporcionada por la ANAM para la subcuenca en estudio.

$f$  = Pérdidas por fugas, particularmente en los sistemas municipales. Esta variable se calculó con los registros de pérdidas y fugas que mantiene el municipio de Boquete, para el acueducto.

$A_b$  = Volumen de escurrimiento aguas abajo, a la salida de la cuenca. Este componente se estimó despejando este valor de la fórmula y comparándola con los registros de caudales promedios para un periodo de 20 años proporcionados por ETESA (Anexo 24).

Todas estas variables fueron expresadas en unidades homogéneas de volumen, para que sean comparables y hacer operaciones entre ellas; en este caso, dadas las magnitudes del volumen, se expresan en hectómetros cúbicos,  $hm^3$ , equivalentes a millones de  $m^3$ .

#### ❖ **Estimación de los consumos por uso**

Con el análisis y estudio de la información citada en el punto anterior, se estimaron los consumos unitarios por los diferentes tipos de uso existente en la cuenca, con base en los registros de concesiones de agua para diferentes usos que dispone ANAM para la cuenca del río Chiriquí. Por ejemplo, para el caso del consumo doméstico, estos consumos unitarios están en función de la población servida por el acueducto del distrito, el índice de hacinamiento y los registros que mantiene el ANAM de agua concesionada para uso doméstico. Para el caso de la industria, el consumo se calculó en función de la producción anual por tipo de industria y por cada subsector industrial y los registros que mantiene el ANAM de agua concesionada para uso industrial dentro de la subcuenca. La información utilizada para los diferentes usos (doméstico, industrial, agropecuario y hidroeléctrico) provienen, principalmente, de los registros actualizados de las

concesiones otorgadas por la ANAM para la subcuenca en estudio.

#### ❖ **Validación de los consumos**

Una vez que se estimaron los consumos para los diferentes usos, se llevó a cabo una validación de los resultados. Para ello se compararon los volúmenes estimados con algunas fuentes de medición. Por ejemplo con el volumen entregado al (sistema de agua potable del municipio) y registros de municipio de las descargas de aguas residuales. Principalmente fueron fuentes que representan valores medidos. Cabe aclarar que si bien la comparación no fue exacta esta es indicativa, existen otros medios indirectos para comparar los volúmenes estimados. Entre los métodos indirectos se utilizaron por ejemplo, los patrones/registros de usuarios de los organismos operadores.

- Uso doméstico: doméstico, múltiples, público urbano y servicios.
- Uso industrial: industrial.
- Uso agropecuario: acuicultura, agrícola y pecuario.

#### ❖ **Análisis de resultados**

Los resultados se muestran de manera sencilla y de fácil comprensión. Se procedió a presentar cuadros en Excel divididas en los diferentes usos en donde aparecen el nombre y población del municipio/localidad como mínimo. También se generaron gráficas de barras para comparar los resultados obtenidos con algunas otras fuentes. Además, se obtuvieron gráficas, donde se muestran los resultados, divididos por rangos y colores, con los diferentes volúmenes de consumo. Esta información presentada de la manera anteriormente descrita, permitirá analizar de forma objetiva los valores obtenidos. En todos los casos se debe tomar en cuenta que un balance hídrico es dinámico y que los valores obtenidos sólo representan un período de tiempo dado.

### **Objetivo 3.** *Determinar la situación actual de algunos componentes de la gobernanza y la gestión del agua en la cuenca alta del río Caldera.*

Para cumplir este objetivo se realizó lo siguiente:

❖ Inicialmente se realizó la identificación y caracterización de los actores relacionados con la gestión de recurso hídrico en la parte alta de la zona de estudio (distrito de Boquete). Para ello se utilizarán las herramientas metodológicas propuestas por Chevalier y Buckles (2006) y Jiménez (2009), que se presentan en el anexo 2.

❖ Para el análisis de las interacciones entre los diferentes actores relacionados con el agua en la cuenca alta se utilizó la metodología de análisis de redes sociales (ARS) propuesto por Fischer (2001) y que consta de los siguientes pasos:

a. Inventario de las instituciones o actores principales presentes en la subcuenca, relacionados con el tema de agua para diferentes usos, según se obtuvo en el paso anterior.

b. Se realizó un taller con las instituciones públicas y privadas presentes en el área de estudio en la cual se el estudio sobre ARS; el listado de participantes aparecen en el anexo 4.

c. Una ronda de 27 entrevistas semi-estructuradas, que se presentan en el anexo 5 con los contactos de cada una de las instituciones públicas y privadas relacionados con la gestión de recursos hídricos presente en el área de estudio (Anexo 7).

d. Creación de bases de datos con programas informáticos (Word y Excel).

e. Análisis preliminar de los resultados.

f. Consolidado final de la información y definición de procesos claves para la mejora del relacionamiento interinstitucional.

❖ Para el análisis y procesamiento de los datos se utilizó el programa UCINET 6.135, para calcular la densidad de relaciones, centralidad, centralización, intermediación y cercanía de la red de actores.

Al analizar el tercer objetivo, primero se procedió a elaborar matrices de intercambio con cada uno de los indicadores y por cada una de las entidades y/o organismos encuestados, según su presencia en la cuenca alta. Posteriormente, los datos se digitalizaron en el programa UCINET versión 6.135, realizando, tal como lo indica el programa, las estimaciones para densidad de relaciones, centralidad, centralización, intermediación y cercanía. Sucesivamente, siguiendo instrucciones del programa se utilizó la extensión NetDraw 2.41 para obtener las visualizaciones de las diferentes

interrelaciones. El programa UCINET presenta el análisis estadístico de los datos, donde se muestra la media, desviación estándar, varianza, valor máximo y mínimo (anexo 6).

También se realizaron 20 consultas con informantes claves de las instituciones públicas y privadas (listado de participantes que aparecen en el anexo 7) y aplicación de una entrevista semi-estructurada dirigida a diferentes actores relevantes en la gestión de recursos hídricos en la zona de estudio, la cual ayudó a obtener la información necesaria que respondió a las preguntas de investigación referentes a: la percepción de los usuarios sobre la gestión del agua en la subcuenca, la toma de decisiones en la gestión del agua en la subcuenca, la existencia de organizaciones locales y comunitarias adicionales a los entes estatales que velan por el uso, manejo y gestión del agua (qué función, qué respaldo legal tienen, cómo se estructura y se organizan internamente).

- ❖ Finalmente se realizó un análisis FODA (Thompson y Strikland 1998) con diferentes actores claves de las diferentes organizaciones públicas y privadas relacionadas con la gestión del recurso hídrico en la cuenca alta, a fin de determinar, de manera conjunta, cuáles son los factores internos (fortalezas y debilidades) y externos (oportunidades y amenazas) relevantes. En el anexo 3, se describe la metodología FODA.

**Objetivo 4.** *Determinar si existen las condiciones para establecimiento de un esquema de Pago por Servicio Ecosistémico Hídrico (PSEH) en la cuenca alta del río Caldera.*

Para cumplir este objetivo se utilizó la metodología validada por Huerta (2008) la cual consistió básicamente en:

1. *Identificación del área de estudio.* Por medio de SIG con el programa Arcview 3.3 y situando dentro de la zona de estudio (con detalles de la red hídrica, nacientes, zonas reconocidas bajo protección y poblados importantes dentro de la subcuenca).
2. *Identificación a los actores locales, informantes claves y reconocimiento de la microcuenca.* Los criterios de la elección de informantes claves fueron los siguientes: ser dirigente y/o pertenecer activamente a una organización pública o privada y conocer del área de estudio y estar relacionado con el tema del agua. También se realizó una gira reconocimiento por de la zona de estudio. Con un informante clave se hizo un recorrido transversal la microcuenca (Geilfus 1997), identificando las principales fuentes y cuerpos de

agua, las zonas de protección, las problemáticas del recurso hídrico, los servicios ecosistémicos hídricos que provee la cuenca, así un listado preliminar de los potenciales oferentes, beneficiarios e instituciones involucradas con el tema del agua.

3. *Recopilación de información primaria y secundaria por medio de entrevistas semi-estructuradas.* La recolección de la información primaria y secundaria se realizó en un taller participativo, convocado a las instituciones públicas y privadas con injerencia en el tema del agua (listado de participantes aparece en el anexo 18), el cual tuvo el objetivo de conocer las condiciones presentes para el diseño del esquema PSEH. Como resultado del taller se identificaron los SE de importancia que provee la cuenca, se recolectó el nombre de potenciales informantes claves como beneficiarios y oferentes del SE-H, así como de las instituciones líderes. Para las entrevistas semiestructuradas, 20 en total, entre oferentes, beneficiarios y representantes de instituciones (formulario de entrevista aparece en el anexo 19), previo a la cita de entrevistas se informó del propósito del diagnóstico y se concertó con cada informante clave, la fecha y hora de entrevista; a los que no se pudo contactar, se les envió la entrevista vía “web” para poder así responder a las interrogantes de la entrevista semi-estructurada.

4. *Procesamiento y análisis de triangulación de la información.* Las entrevistas se sistematizaron en una base de datos elaborada con el programa Excel. El conjunto de la información se analizó con mapas conceptuales, análisis multicriterio, estadística descriptiva y análisis de mapas con sistema de información geográfica (SIG) y cartográfica. Los resultados de la información obtenida fueron triangulados con el fin de verificar su consistencia para dar respuesta a los indicadores. Esta se apoyó en dos aspectos: primero, que la información sea verificable y representativa de los datos recolectados (de las entrevistas, del mapeo de la microcuenca y del taller); segundo, la confiabilidad de la información al contrastar con otros estudios (revisión de literatura, entrevista a expertos conocedores del área de estudio).

5. *Calificación de criterios e indicadores de la guía DR de las condiciones para un esquema de PSE.* Una vez sistematizada y analizada la información por cada criterio e indicador, en cada ronda de entrevistas, se procedió a calificar los indicadores en respuesta a sus verificadores, mediante una valoración de “3”, “2”, “1” ó “0” según corresponda, a las condiciones propicias, neutral, con restricciones salvables o con restricciones insalvables, respectivamente, dicha escala está establecida en la guía DR-PNUD-2006 citado por Huerta (2008).

**Objetivo 5.** *Proponer de estrategias y acciones para la gestión integrada del recurso hídrico en la cuenca alta del río Caldera*

Para cumplir este objetivo se realizó lo siguiente:

Con base en la información obtenida en los cuatro objetivos anteriores, se realizó una síntesis de los elementos más importantes para la propuesta de estrategias y acciones para la gestión sostenible del recurso hídrico en la cuenca alta del río Caldera, así como condiciones habilitadoras requeridas para este fin.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Inducción de la investigación con actores claves de la subcuenca del río Caldera**

Como primera actividad dentro de las programadas en el estudio de tesis, se realizó una reunión de inducción, para la cual se convocó a los integrantes de dos asociaciones reconocidas en el distrito de Boquete: la Fundación Vida, Salud, Ambiente y Paz (Fundavisap) y la Asociación para Desarrollo Integral de Boquete (ADIB) que según sus listados de miembros tienen que ver directamente con la gestión del agua, en la cuenca alta del río Caldera. La finalidad de la actividad además de dar a conocer la investigación, se hizo propicia para determinar ciertas percepciones, referentes al tema de agua en la zona de estudio, además de realizar aplicaciones de las primeras encuestas. A la actividad de las 15 personas que incluía la lista inicial, asistieron, representantes de instituciones de gobierno, representantes de grupos de productores organizados, miembros de organizaciones ambientales, representantes del gobierno local (representantes de corregimiento y alcalde), representantes de comunidad extranjera, mujeres y adultos mayores. En dicha actividad se logró percibir que existe conocimiento de lo importante que es la gestión del agua para diferentes usos en la cuenca, al atribuirle la función a las entidades gubernamentales y privadas con presencia en la subcuenca, conciencia de cuidar los recursos naturales y ser agentes multiplicadores comprometidos en compartir las experiencias vividas producto de capacitaciones en este tema. Sin embargo, también se percibió el desconocimiento sobre limitantes que existen para el uso de agua para diferentes usos, ya que los participantes consideran que actualmente a nivel de las comunidades no se malgasta el recurso.

### **4.2 Resultados por objetivos**

#### **4.2.1 Objetivo 1: *Analizar el marco legal e institucional para el manejo y la gestión del recurso hídrico cuenca alta del río Caldera.***

El marco jurídico e institucional en Panamá para la gestión de los recursos hídricos es sumamente complejo, debido al carácter intersectorial del uso y aprovechamiento del agua. En Panamá existe lo que se denomina derecho ambiental positivo panameño, el cual se define como el conjunto de normas jurídicas que están vigentes en la actualidad.

A continuación se presentan resultados correspondientes al objetivo 1, organizado de la siguiente manera: a) leyes, y cuando corresponda, sus reglamentos, que tiene relación directa con el recurso hídrico; aquí se incluye también la Constitución Política. b) un conjunto de decretos y de resoluciones relacionados también con el agua; c) análisis FODA

sobre implementación de leyes relacionadas con el recurso hídrico en Panamá; d) institucionalidad oficial; e) institucionalidad organizativa (ONG y empresas privadas); f) experiencias en el tema del agua a nivel de competencia institucional en Panamá.

**a) Leyes, reglamentos, que tienen relación directa con el recurso hídrico en Panamá.**

En el cuadro 5 se describen, de manera resumida, cada una de esas leyes, empezando por la Constitución Política, la Ley General del Ambiente, reglamentos de la Ley General del Ambiente, Ley de Aguas, reglamentos de la Ley de Aguas y la Ley de Cuencas.

**El agua en la Constitución del País.** La Constitución Política orientan de manera clara que el agua es un recurso propiedad del Estado, regulado por éste en nombre del interés general, con el apoyo de la población en lo que hace a la conservación y uso sostenible.

La vertiente ambiental del marco legal de los Derechos del Agua en Panamá está consagrada en la Constitución Política, Título III, Capítulo 7, sobre Régimen Ecológico, que establece el deber del Estado de garantizar que la población viva en un ambiente sano y libre de contaminación, en el cual el aire, el agua y los alimentos satisfagan los requerimientos del desarrollo adecuado de la vida humana. El artículo 120, por su parte, establece que las aguas entre otros recursos deben ser sometidas a mecanismos que permitan al Estado reglamentar, supervisar y aplicar las medidas oportunas destinadas a su manejo racional, para evitar “su depredación y se asegure su preservación, renovación y permanencia”. El Título IX de la Constitución Política contiene otros lineamientos relativos a la pertenencia al Estado de las aguas dentro de su territorio y haciendo de estas un bien de uso libre y común, sujeto a la reglamentación que establezca la Ley, que obligan a que las concesiones para el uso de las aguas deben considerar el bienestar social y el interés público.

**Ley General del Ambiente.** Se desarrollan capítulos concernientes a las políticas del Estado para la conservación, protección, uso sostenible, recuperación y administración de los recursos hídricos, recursos hidrobiológicos, recursos energéticos, entre otros. Particularmente establece en el Título VI sobre Recursos Naturales, Capítulo VI de Recursos Hídricos lo siguiente:

El artículo 81 establece que: *“El agua es un bien de dominio público en todos sus estados. Su conservación y uso es de interés social. Sus usos se encuentran condicionados a la disponibilidad del recurso y a las necesidades reales del objeto a que se destinan”*.

También la Ley 41 de 1998 (LGA), en su artículo 83, faculta a la Autoridad Nacional de Ambiente (ANAM) para crear programas especiales de manejo de cuencas, en las que, por el nivel de deterioro o por la conservación estratégica, se justifique un manejo descentralizado de sus recursos hídricos, por las autoridades locales y usuarios.

**Cuadro 5. Resumen de la legislación panameña específica sobre aguas**

<b>Ley</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Publicación</b>
<b>Constitución Política (Título I, Artículo 4°)</b>	Establece el deber del Estado panameño de acatar las normas de derechos ambientales internacionales	Acto Constitucional del 11 de octubre del 1972
<b>Constitución Política (Título III, Capítulo 7°)</b>	Establece el marco general de deberes del Estado para el ambiente, los recursos naturales y su uso, explotación y preservación en función del desarrollo humano.	Acto Constitucional del 11 de octubre del 1972
<b>Ley General del Ambiente (Ley 41 de 1 de julio de 1998)</b>	Establece las políticas del Estado para la conservación, protección, uso sostenible, recuperación y administración de los, recursos hídricos.	Gaceta Oficial No. 23,578 del 3 de julio del 1998
<b>Ley de aguas (Decreto Ley de 35 de 22 de septiembre de 1966)</b>	Reglamenta, la explotación de las aguas del Estado, para su aprovechamiento conforme al interés social.	Gaceta Oficial de Panamá del 14 Octubre del 1966
<b>Reglamentos de LGA Decreto Ejecutivo 57, del 16 de marzo del 2000</b>	Reglamenta la conformación y funcionamiento de las Comisiones Consultivas Ambientales	Gaceta Oficial No. 24,014 del 21 de marzo del 2000
<b>Reglamentos de LGA Decreto Ejecutivo 58, del 16 de marzo del 2000</b>	Establece las normas de calidad ambiental y límites máximos permisibles.	Gaceta Oficial No. 24,014 del 21 de marzo del 2000
<b>Reglamentos de LGA Decreto Ejecutivo 209, del 5 de septiembre del 2006</b>	Establece los requisitos de estudios de evaluación de impactos ambiental.	Gaceta Oficial No. 25625 del 6 de septiembre del 2006
<b>Reglamentos de LGA Decreto Ejecutivo 57, del 10 de agosto del 2004</b>	Establece los requisitos de estudios de auditorías ambientales.	Gaceta Oficial No. 25115 del 13 de agosto del 2004
<b>Reglamentos de LGA Decreto Ejecutivo 163, del 22 de Agosto del 2006</b>	Reglamenta la estructura organizacional y funciones de la ANAM.	Gaceta Oficial No. 25626 del 7 de septiembre del 2006
<b>Reglamentos de la ley de aguas Decreto Ejecutivo 70, del 27 de julio del 1973</b>	Reglamenta el otorgamiento de permisos o concesiones para uso de aguas.	Gaceta Oficial No. 17429 del 11 de septiembre del 1973
<b>Ley de cuencas hidrográficas (Ley 44 del 5 agosto de 2002)</b>	Establece el régimen administrativo especial para el manejo, protección y conservación de las cuencas hidrográficas de la República de Panamá.	Gaceta Oficial No. 24,613 del 8 de agosto del 2002

Fuente: Departamento de Digitalización de la Asamblea Nacional y la ANAM.

### **Los reglamentos de la LGA**

La LGA se operativiza en lo relacionado al recurso hídrico, mediante los siguientes reglamentos:

- ❖ Comisiones consultivas del ambiente, consultas públicas sobre temas o problemas ambientales y denuncias administrativas (Decreto Ejecutivo 57, del 16 de marzo de 2000).
- ❖ Normas de calidad ambiental y límites máximos permisibles (Decreto Ejecutivo 58 de 16 de marzo de 2000, GO 24014, del 21 de marzo de 2000).
- ❖ Evaluación de impacto ambiental (Decreto Ejecutivo 209, del 5 de septiembre de 2006, GO 25625, del 6 septiembre de 2000).
- ❖ Auditoría ambiental (Decreto Ejecutivo 57 de 10 de agosto de 2004, GO 25115, del 13 de agosto de 2004).
- ❖ Estructura organizacional y funciones de la ANAM (Decreto Ejecutivo 163 de 22 del agosto de 2006, GO 25626, del 7 de septiembre de 2006).

### **Ley de Aguas**

El Decreto Ley 35 de 1966 reglamenta la explotación de las aguas para su aprovechamiento conforme al interés social, procurando el máximo bienestar público en su utilización, conservación y administración. El mismo otorga el carácter de bienes de dominio público del Estado a todas las aguas fluviales, lacustres, marítimas, subterráneas y atmosféricas, comprendidas dentro de todo el País, incluso del espacio aéreo. En tal sentido, permite el aprovechamiento libre y común del recurso.

Las disposiciones de este Decreto Ley son de orden público e interés social, cubriendo las aguas que se utilicen para fines domésticos y de salud pública, agrícola, industrial, hidroeléctrica y otras.

### **Reglamentos de la Ley de Aguas**

En Panamá existen más de 500 normas que directa o indirectamente regulan la materia ambiental, protegen el ambiente u ordenan el uso sostenible de los recursos naturales, entre ellos el recurso hídrico. La Ley General de Ambiente reconoce en su artículo 129, el Decreto Ley N° 35 de 1966 “Que reglamenta el uso de las aguas”, como norma complementaria. La misma norma se reglamenta en materia de concesiones, a través del Decreto N° 70 de 1973 y en materia de acceso al agua, mediante servidumbres hídricas, mediante el Decreto N° 55 del mismo año. Acompañan a esto, una serie de regulaciones destinadas al uso correcto de estos derechos.

## Ley de Cuencas Hidrográficas (Ley No 44, del 5 de agosto de 2002)

El objetivo principal de la Ley de cuencas (artículo 1) es establecer en el país un régimen administrativo especial para el manejo, la protección y conservación de las cuencas hidrográficas, que permita el desarrollo sostenible, en los aspectos sociales, culturales y económicos, manteniendo la base de los recursos naturales para las futuras generaciones, con fundamento en el plan de ordenamiento ambiental territorial de la cuenca hidrográfica.

También menciona un conjunto de normas técnicas que establecen, con base en un diagnóstico, los procedimientos y actividades que se deben realizar para garantizar el desarrollo, protección y conservación de los recursos naturales de las cuencas hidrográficas, así como de las actividades económicas, culturales y sociales que se desarrollan en ellas, de tal forma que se minimicen los efectos negativos creados por la acción humana y/o de la naturaleza y se potencien los efectos positivos, a fin de que se mejore la calidad de vida de los ciudadanos dentro del concepto de desarrollo sostenible.

### b) Decretos y resoluciones relacionados con el agua en Panamá

El cuadro 6 presenta un resumen de los principales decretos y resoluciones emitidos en Panamá para la regulación del uso, el manejo, gestión y protección del agua.

**Cuadro 6. Resumen de decretos y resoluciones de la legislación panameña sobre aguas**

<b>Normativa</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Publicación</b>
<i>Decreto Ejecutivo 187 del 23 de junio 1967.</i>	“Establece el Reglamento Interno de la Comisión Nacional de Aguas”	Gaceta Oficial No. 15,908 del 13 de julio de 1967
<i>Decreto N° 55, del 13 junio de 1973.</i>	“Regula las servidumbres en materias de aguas”.	Gaceta Oficial No 17610 del 7 de junio de 1974.
<i>Decreto N° 70, del 27 de julio de 1973.</i>	“Reglamenta el otorgamiento de permisos o concesiones para uso de aguas y se determina la integración y funcionamiento del Consejo Consultivo de Recursos Hidráulicos”	Gaceta Oficial N° 17429, del 11 de septiembre de 1973.
<i>Decreto N°202, del 16 de mayo de 1990.</i>	“Crea el Comité Interinstitucional de Agua, Saneamiento y Medio Ambiente”.	Gaceta Oficial N° 21551, del 5 de junio de 1990.
<i>Resolución DG-042-91, del 9 de octubre de 1991.</i>	“Establece algunas medidas para la tramitación de los permisos, concesiones forestales y de agua”	Gaceta Oficial N° 21790, del 21 de mayo de 1991
<i>Resolución AG-03-98, del 22 de enero de 1998.</i>	“Fija las tarifas a cobrar por los servicios técnicos que presta el ANAM, para el manejo, uso y aprovechamiento de los recursos hídricos y edáficos y se dictan otras medidas”.	Gaceta Oficial N° 23501, del 16 marzo de 1998.
<i>Resolución DG-0025-98 de 30 de junio de 1998</i>	“Adopta normas de emisión e inmisión para el control ambiental en las instalaciones de generación y transmisión y distribución eléctrica.	Gaceta Oficial N° 23694, del 17 diciembre de 1998.

Fuente: Departamento de Digitalización de la Asamblea Nacional y la ANAM.

**Continuación del cuadro 6. Resumen de la legislación panameña sobre aguas.**

<b>Normativa</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Publicación</b>
<i>Resolución de gabinete N° 36, del 31 de mayo del 1999.</i>	“Aprueba la Estrategia Nacional del Ambiente y el prueba el conjunto de políticas del Estado para la protección del ambiente y conservación y uso de los recursos naturales”	Gaceta Oficial N° 24152 del 3 de octubre del 2000.
<i>Resolución N°0145-00, del 18 de mayo del 2000.</i>	“Crea el Comité Asesor Operativo como el organismo responsable de establecer y ejecutar el Proyecto Piloto de Monitoreo de la calidad del agua en una cuenca y sus principales usos”	Gaceta Oficial N° 24076, del 16 junio del 2000.
<i>Resolución AG-049, del 20 de febrero del 2001.</i>	“Faculta a los administradores regionales para que otorguen permisos temporales para uso de aguas con fines de recreo”	Gaceta Oficial N° 24255, del 7 de marzo del 2001.
<i>Resolución AG-374, del 19 de noviembre de 2001.</i>	“Delega en los administradores regionales del ANAM la responsabilidad, autoridad y competencia para realizar el trámite del otorgamiento de concesiones para uso de aguas”.	Gaceta Oficial N° 24444, del 4 de diciembre del 2001.
<i>Resolución AG-0145-2004, del 7 de mayo de 2004.</i>	“Establece los requisitos para solicitar concesiones transitorias o permanentes para derecho de uso de aguas y se dictan otras disposiciones”.	Gaceta Oficial N° 25053, del 19 de mayo del 2004.
<i>Resolución AG-0597-2004, del 21 de octubre del 2004.</i>	“Divide al Departamento de Servicio Nacional de Administración de Recursos Hídricos en dos secciones: sección de concesiones y permisos y gestión de cuencas”	Gaceta oficial N° 25185, del 26 de noviembre del 2004
<i>Resolución AG-0191-2005 de 30 de marzo de 2005</i>	“Establece los requisitos para que las mini hidroeléctricas de 10 mega watts o menos soliciten concesiones transitorias o permanentes, para derecho de uso de aguas”	Gaceta Oficial: 25287 del 30 de marzo del 2005
<i>Resolución AG-0247-2005 de 28 de abril de 2005</i>	“Establece, de manera transitoria, las tarifas por el derecho de uso de Aguas”	Gaceta Oficial N° 25318, de 10 de junio de 2005
<i>Resolución AG-0342-2005 de 20 de abril de 2005</i>	“Establece los requisitos para la autorización de obras en cauces naturales y se dictan otras disposiciones”	Gaceta Oficial N° 25346 del 20 del julio del 2005.
<i>Resolución AG-0527-2005 de 30 de septiembre de 2005</i>	“Establece la conformación de la Dirección Nacional de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas”	Gaceta Oficial N° 25416, de 27 de octubre de 2005.
<i>Resolución AG-0127-2006 de 03 de marzo del 2006</i>	“Define y establece, de manera transitoria, el caudal ecológico o ambiental, para los usuarios de los recursos hídricos del país”	Gaceta Oficial N° 25511, del 3 de marzo del 2006.
<i>Decreto Ejecutivo N° 84 de 9 de abril de 2007</i>	“Establece la Política Nacional de Recursos Hídricos, sus principios, objetivos y líneas de Acción”	Gaceta Oficial, N° 25777, del 24 de abril del 2007.

Fuente: Departamento de Digitalización de la Asamblea Nacional y la ANAM.

**c) Análisis FODA sobre la implementación de leyes en la gestión de recursos hídricos en Panamá**

A continuación se presentan los resultados de las principales fortalezas oportunidades, debilidades y amenazas (cuadro 7) identificadas sobre la implementación de leyes en la gestión de recursos hídricos en Panamá.

Las fortalezas están fundamentadas principalmente en la existencia de una política de GIRH que la lidera es la Autoridad Nacional de Ambiente (ANAM).

Las oportunidades están basadas en la presencia de institucionalidad local, nacional e internacional en el país en el tema de gestión de recursos hídricos.

Las debilidades son variadas, lo que sugiere claramente que el escenario futuro podría estar comprometido, por lo que se requieren acciones conjuntas de fortalecimiento de la gobernabilidad, educación, de cooperación técnica y liderazgo, antes que la gestión del agua lleve al desarrollo de conflictos.

Finalmente, las amenazas también son variadas y en varios casos supone que es una evolución de debilidades, que al no ser atendidas oportunamente, se han convertido en amenazas, según la percepción de los actores que participaron en el análisis FODA. Una acción pronta podría llevar a que esas amenazas se reduzcan o incluso desaparezcan, pero es el gran reto de los tomadores de decisiones sobre la implementación de leyes que tomen parte en la gestión integrada de recursos hídricos.

**Cuadro 7. Principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas implementación de leyes en la gestión de recursos hídricos en Panamá.**

<b>F</b>	<b>FORTALEZAS</b>	En Panamá existe la gestión integrada de recursos hídricos como un punto importante dentro de la agenda nacional, especialmente en la de manejo de recursos naturales.
		Se ha creado una política de gestión integrada de recursos hídricos a nivel nacional, liderada por la ANAM.
		Panamá se ha suscrito a organismos regionales interesados en el tema del agua para ambiente, salud y sector agropecuario (SICA, CCAD, CAC, COMISCA).
<b>O</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>	Existencia de propuestas regionales y nacionales, sobre el tema de manejo y gestión de recursos hídricos.
		La existencia de capital humano con capacidad de liderar propuestas encaminadas al mejoramiento de recursos hídricos en el país.
		Se han creado varios movimientos desde las bases encaminados al mejoramiento en el tema del agua.
		Estamentos internacionales han volcado su interés en Panamá en mejorar los conocimientos locales sobre la gestión integrada del recurso hídrico en el país.
<b>D</b>	<b>DEBILIDADES</b>	Inmadurez del sector jurídico panameño con respecto a la gestión integrada de recursos hídricos.
		La no existencia de un proceso ordenado en la de gestión del recurso hídricos en el cual promueva cambios en el uso sostenible del mismo.
		Carencia de un régimen jurídico actualizado sobre el tema del agua, basado en las necesidades específicas del país.
<b>A</b>	<b>AMENAZAS</b>	Predominio de una agenda política-económica sobre una agenda nacional ambiental.
		Creación de leyes que atentan a la sostenibilidad del sector hídrico, poniendo como punto predominante la inversión económica en diferentes áreas del país.
		Falta de gobernabilidad institucional sobre la gestión integrada de recursos hídricos.
		Falta de liderazgo nacional sobre el tema de los recursos hídricos.

#### **d) Institucionalidad del agua en Panamá**

Buscando responder algunas de las interrogantes contempladas para desarrollar el presente estudio, acerca de las instituciones gubernamentales que les corresponde regular la gestión de agua, se obtuvo que el tema en Panamá gira en torno a 16 entidades (cuadro 8), cuyas principales funciones se describen a continuación.

**Cuadro 8. Instituciones públicas relacionadas con la gestión de los recursos hídricos en Panamá.**

<b>Institución</b>	<b>Siglas</b>
<b>Autoridad Nacional del Ambiente</b>	<b>ANAM</b>
<b>Ministerio de Salud</b>	<b>MINSA</b>
<b>Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales</b>	<b>IDAAN</b>
<b>Autoridad del Canal de Panamá</b>	<b>ACP</b>
<b>Ministerio de Desarrollo Agropecuario</b>	<b>MIDA</b>
<b>Autoridad Nacional de los Servicios Públicos</b>	<b>ASEP</b>
<b>Autoridad Marítima de Panamá</b>	<b>AMP</b>
<b>Autoridad de Recursos Acuáticos de Panamá</b>	<b>ARAP</b>
<b>Autoridad de Turismo de Panamá</b>	<b>ATP</b>
<b>Ministerio de Vivienda</b>	<b>MIVI</b>
<b>Ministerio de comercio e Industrias</b>	<b>MICI</b>
<b>Empresa de Trasmisión Eléctrica S.A</b>	<b>ETESA</b>
<b>Consejo Nacional para el Desarrollo Sostenible</b>	<b>CONADES</b>
<b>Instituto de Investigación Agropecuaria</b>	<b>IDIAP</b>
<b>Ministerio Público de Panamá</b>	<b>Ministerio Público</b>
<b>Municipios de Boquete y representantes de corregimientos.</b>	<b>Gobierno Local</b>

#### **Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM)**

Es la entidad con competencia sobre el ambiente y los recursos naturales en el País. En el tema del recurso hídrico es la encargada de otorgar las concesiones para el aprovechamiento del mismo, tanto para las aguas superficiales como subterráneas, exceptuando las que se encuentran dentro de la cuenca hidrográfica del Canal de Panamá, que cuentan con régimen especial. Así mismo, es la autoridad encargada para elaborar normas de calidad y límites máximos permisibles y los cronogramas de cumplimiento de los mismos.

#### **Ministerio de Salud (MINSA)**

Es el encargado de velar por el recurso hídrico en cuanto a la salud preventiva, vigila la calidad de agua potable suministrada a la población y la calidad de aguas servidas descargadas a cuerpos receptores. También suministra agua a las poblaciones dispersas de

menos de 1500 habitantes, a través de las Juntas Administrativas de Acueductos Rurales (JAAR).

#### **Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN)**

Es la entidad autónoma del Estado con competencias para el suministro de agua potable y alcantarillado sanitario como servicio público.

#### **Autoridad del Canal de Panamá (ACP)**

Es la autoridad con competencia privativa sobre la gestión del recurso hídrico dentro de la cuenca hidrográfica del Canal de Panamá. La ACP tiene dentro de sus objetivos la salvaguarda del recurso hídrico y el abastecimiento de agua potable a las comunidades que se encuentran dentro de esta cuenca.

#### **Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA)**

Este Ministerio tiene competencias sobre el recurso hídrico, específicamente en la agricultura (en materia de riego y drenaje para habilitar las tierras que requieran los planes de reforma agraria). También le corresponde otorgar los permisos de utilización de agua en la acuicultura.

#### **Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP)**

Es la autoridad que fiscaliza el suministro del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario y emite concepto sobre las concesiones de agua para la generación hidroeléctrica, fijación de tarifas y criterios de calidad para la prestación del servicio.

#### **Autoridad Marítima de Panamá (AMP)**

Es la autoridad competente sobre todo lo relacionado con el sector marítimo, cuando este no se encuentre dentro de áreas protegidas, que ya que en ese caso, es competencia de la ANAM.

#### **Autoridad de Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP)**

Es una autoridad recientemente escindida de la AMP y cuya competencia tiene que ver con todo lo relacionado con la preservación, conservación y administración de los recursos acuáticos, siempre en cuanto estos no se encuentren dentro de las áreas protegidas.

#### **Ministerio de Vivienda (MIVI)**

Es la institución rectora, promotora y facilitadora de la planificación regional del desarrollo urbano en las diferentes comunidades urbanas y rurales; este Ministerio tiene que ver directamente con el agua de consumo humano de los habitantes de las diferentes comunidades de tipo urbano.

#### **Empresa de Trasmisión Eléctrica SA. (ETESA)**

Su función es expandir, operar, mantener y prestar los servicios relacionados con la red nacional de hidrometeorología. A nivel nacional maneja un gran porcentaje de las

estaciones meteorológicas actualizadas del País y también la transmisión de la energía de tipo hidroeléctrica.

### **Consejo Nacional para el Desarrollo Sostenible (CONADES)**

Promueve el desarrollo sostenible del país, a través de la proposición de políticas públicas, gestión, coordinación y ejecución de acciones de inversión, que contribuyan al desarrollo humano para el mejoramiento de la calidad de vida de la población. Tramita, planifica y supervisa proyectos de acueductos rurales en áreas apartadas del país.

### **Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP)**

Promueve la investigación agropecuaria comprometida con los pequeños y medianos productores y con el agro-negocio, en sintonía con sus necesidades, demandas y aspiraciones, en el tema de agua se encarga de la investigación del agua utilizada con fines agropecuarios.

### **Autoridad de Turismo de Panamá (ATP)**

Es la autoridad competente para designar el uso de las aguas recreativas en Panamá.

### **Ministerio de Comercio e Industrias (MICI)**

Es la autoridad competente sobre todo lo relacionado al agua para uso con el sector industrial, siempre y cuando este no se encuentre dentro de áreas protegidas, ya que en ese caso, es competencia de la ANAM.

### **Ministerio Público**

Las fiscalías manejan los delitos contra el ambiente, sanciona a quienes degraden o contaminen los recursos hídricos a través de acciones tipificadas como delito.

### **Comisión de Aguas**

El Decreto de la LGA creó la Comisión de Aguas, con el propósito de aplicar y desarrollar sus disposiciones y que las funciones de dicha Comisión han sido asumidas por el ANAM. La comisión de aguas es la encargada de coordinar y fiscalizar las acciones de las diferentes dependencias e instituciones del Estado que tienen relación con el uso y aprovechamiento de las aguas. Por ejemplo, planifica y programa todo lo relativo al uso, conservación y control de las aguas, y otorga las concesiones para el uso de las aguas.

Además, investiga, tramita y resuelve las denuncias que se refieren a la apropiación, uso y distribución de agua.

#### e) Institucionalidad organizativa del agua en Panamá

Se identificaron nueve organizaciones no gubernamentales, relacionados con la gestión del agua, ya sea a nivel nacional o de la subcuenca en estudio (cuadro 9).

**Cuadro 9. ONG relacionadas con la gestión de los recursos hídricos en Panamá y dentro de la subcuenca en estudio.**

<b>Institución o Asociaciones</b>	<b>Siglas</b>
<b>Centro del Agua para América Latina y el Caribe</b>	<b>CATHALAC</b>
<b>The Nature Conservancy</b>	<b>TNC</b>
<b>Conservación Internacional</b>	<b>CI</b>
<b>Fundación Natura</b>	<b>NATURA</b>
<b>Fundación Vida Salud y Ambiente y Paz</b>	<b>FUNDAVISAP</b>
<b>Asociación para el Desarrollo Integral del Distrito de Boquete</b>	<b>ADIB</b>
<b>Asociación para la Conservación de la Biosfera</b>	<b>ACB</b>
<b>Applied Energy Services Panamá</b>	<b>AES PANAMÁ</b>
<b>Cuerpo de Paz Panamá</b>	<b>Cuerpo de Paz</b>

#### **Centro del Agua para América Latina y el Caribe (CATAHALAC)**

Es un organismo internacional al servicio de la región de los trópicos húmedos de América Latina y el Caribe. Tiene como propósito, promover el desarrollo sostenible, por medio de la investigación aplicada y desarrollo, la educación y la transferencia de tecnología sobre los recursos hídricos y el ambiente, facilitando los medios para mejorar la calidad de vida en los países del trópico húmedo de América Latina y el Caribe actualmente se encuentra trabajando y apoyado proyectos en la zona de estudio.

#### **The Nature Conservancy (TNC)**

The Nature Conservancy es una organización líder en la conservación que trabajan en todo el mundo para proteger las tierras y aguas ecológicamente importantes para la naturaleza y las personas. En la actualidad se encuentran trabajando en la conservación del parque internacional la Amistad ubicado en la parte alta de la cuenca.

#### **Conservación Internacional (CI)**

Conservación Internacional está comprometida a ayudar a las sociedades que adopten un enfoque más sostenible para el desarrollo, que considere la naturaleza y los valores a cada paso. En la actualidad apoya a diferentes organizaciones presentes en la subcuenca.

### **Fundación Natura**

Es una organización privada, sin fines de lucro, dedicada a la promoción de planes y programas para la protección y conservación del patrimonio natural de la República de Panamá. Esta Fundación apoya iniciativas ambientales de organizaciones no gubernamentales, entidades educativas y grupos comunitarios, así como las actividades y operaciones del Sistema Nacional de Áreas Protegidas que administra la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM).

### **Fundación Vida Salud y Ambiente y Paz (FUNDAVISAP)**

Esta organización se dedica a desarrollo de planes y estrategias que armonicen las actividades productivas de zonas fértiles en áreas frágiles, bajo el esquema de manejo integral de los recursos naturales de cuencas hidrográficas. Actualmente se encuentran trabajando en la continuación de la promoción de los perfiles de proyecto del plan de manejo integral de los recursos naturales de la cuenca del río Caldera y apoyar a otras cuencas con igual problemática de deterioro ambiental y de disminución en la calidad de vida de las comunidades.

### **Asociación Para el Desarrollo Integral del Distrito de Boquete (ADIB)**

Es una organización no gubernamental, sin fines de lucro, con acción en el Distrito de Boquete y cuyo principal objetivo es el desarrollo integral de manera sostenible. A la fecha, se constituye un ente de la sociedad civil activo en todos los ámbitos del desarrollo sostenible de Boquete; involucrado directamente con planes estructurales de alto impacto, como lo es el plan de ordenamiento territorial, ambiental y desarrollo urbano de Boquete.

### **Asociación para la conservación de la Biosfera (ACB)**

Es una organización no gubernamental, sin fines de lucro, con acción en el distrito de Boquete y cuyo principal objetivo es el desarrollo integral y conservación de la Biosfera, principalmente a las aéreas protegidas y los recursos naturales que se encuentran dentro de la cuenca del río Chiriquí.

### **Applied Energy Services Panamá (AES)**

AES Panamá es la empresa de generación eléctrica más grande de Panamá, tanto en términos de capacidad instalada como en promedio de energía despachada. Dentro da subcuenca trabajan aprovechando las aguas fluyentes del río Caldera desviado aproximadamente dos kilómetros al sur de Boquete. Esta empresa invierte en diferentes maneras en conservación y manejo del recurso hídrico de la subcuenca el cual utilizan para la hidrogenación.

## **Cuerpo de Paz**

Es un grupo de voluntariado norteamericano, con interés social y en la conservación del ambiente. Actualmente se encuentran trabajando en la cuenca alta, principalmente en la conservación de suelos y aguas

### **f) Experiencias en el tema del agua a nivel de competencia institucional**

En Panamá hay una gran diversidad de instituciones del agua, cada una de las cuales debe ser abordado de manera particular, como se observa al proyectar el crecimiento en el consumo de agua para cada sector.

La Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) es la rectora de la administración, conservación y protección de los recursos hídricos del país. Los derechos de agua registrados y autorizados por la ANAM se dan dentro del Departamento de Concesiones y Permisos de Agua, de la Dirección de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas. A partir del 2006, todas las concesiones se les aplican el 10% del caudal ecológico como medida preventiva para preservar la salud de los ríos y garantizar el agua para todos los usos consuntivos y no consuntivos. La Ley de Aguas en Panamá establece que la misma es un bien de dominio público del Estado, de aprovechamiento libre y común, por lo que nunca se privatizarán. Esta Ley data de 1966 y actualmente se encuentra en discusión un anteproyecto de modernización.

Entre las acciones más importantes realizadas por el Estado panameño, en relación al tema agua, están las siguientes:

1. Establecimiento de una administración eficiente del recurso hídrico (Modernización de la gestión del agua Departamento de Concesiones y Permisos de Agua de la ANAM, 2005).
2. Resolución de caudal ecológico AG-0127-2006
3. Resolución de cánones y tarifas de agua: AG- 222-2006
4. Política Nacional de Descentralización de la Gestión Ambiental
5. Plan Nacional de Gestión Integrada de Recursos Hídricos (2008)
6. Balance hídrico en 10 cuencas hidrográficas prioritarias del país (2008)
7. Programa de Saneamiento de la Bahía de Panamá (2007-2008)
8. Programa de Agua y Saneamiento en el área rural e indígena (2008) (2008 ANAM)

Sumado a lo anterior, como aval al marco legal de Panamá, está la Política Pública Nacional de Recursos Hídricos, basada en los Principios de Dublín, aprobada en el 2007. Su implementación ha impactado en el ámbito normativo, al fortalecer y actualizar el marco legal que regula la materia del recurso hídrico, definiendo claramente el papel de los

diferentes actores y su ámbito de competencia dentro del sistema de asignación de los recursos hídricos, con el propósito de facilitar la aplicación de los principios de gestión integrada del recurso.

También plantea las siguientes líneas de acción:

1. Promover la adopción de una Ley Marco General de Aguas y de Suelos que regule de manera integrada el uso y aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos y el impacto que causa el uso de los recursos edáficos en la calidad y cantidad de las aguas superficiales y subterráneas, en función del interés público de garantizar la sostenibilidad del recurso y la equidad en el acceso.

2. Reglamentar la Ley N° 44 de 2002, que establece el régimen administrativo especial para el manejo, protección y conservación de las cuencas hidrográficas de la República de Panamá.

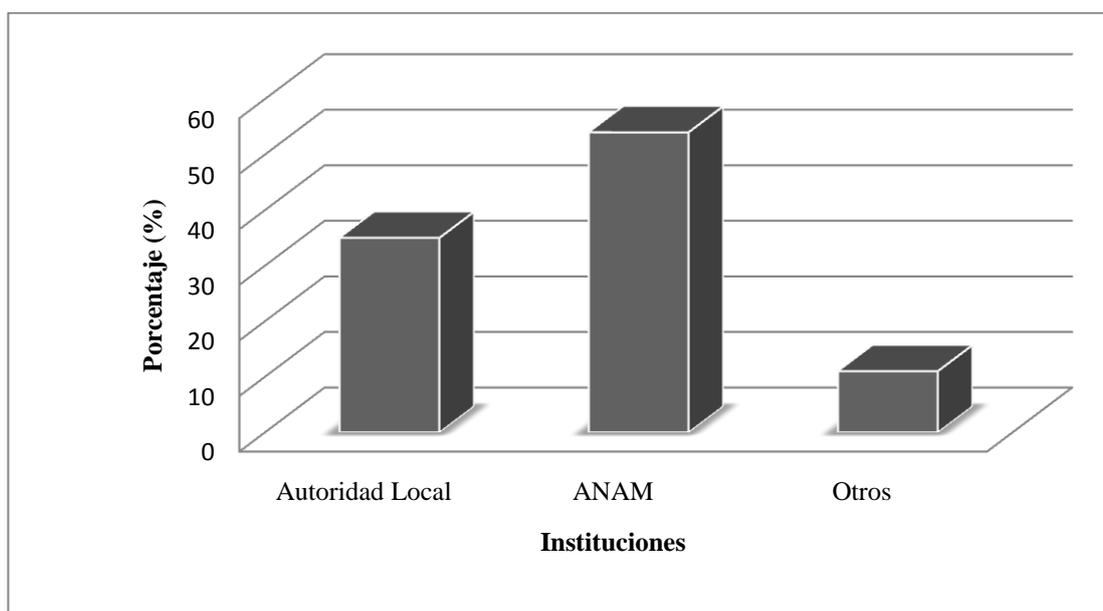
3. Propiciar y apoyar el trabajo de adecuación de las normativas sectoriales a la Ley Marco General de Aguas y Suelos, con el objeto de que todas las instituciones que inciden en el aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos coadyuven en la aplicación de los principios de gestión integrada del recurso.

Además hace énfasis en el establecimiento de nuevas tarifas y cánones de agua, basadas en los conceptos de equidad y justicia social, de manera que el usuario más débil esté en capacidad de hacer un pago y beneficia así a las juntas administradoras de agua y a los usuarios de riego, cuyo objetivo es fortalecer la seguridad alimentaria y el consumo humano.

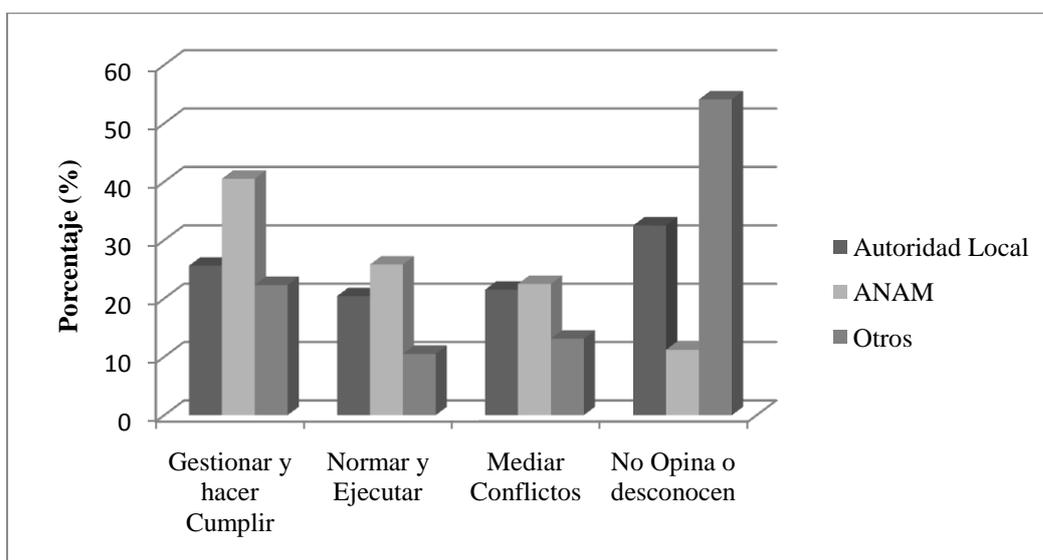
A partir del 2008, Panamá cuenta con un Plan Nacional de Gestión Integrada de Recursos Hídricos (PNGIRH), que constituye un elemento central para la modernización del marco instrumental de la administración del recurso agua, desde una perspectiva multidisciplinaria, con un enfoque integral. Gracias a su implementación, hoy día se cuenta con un plan de monitoreo de agua, aplicable a las principales cuencas del país, entre ellas la cuenca del río Chiriquí, de la cual forma parte la subcuenca del río Caldera. También se cuenta con los balances hídricos mensuales oferta-demanda en 10 cuencas hidrográficas prioritarias, catalogado como un valioso elemento de juicio para reforzar la política hídrica existente, además de dimensionar los volúmenes de oferta y demanda para los diversos usos.

Todos estos compromisos son realizados mediante la coordinación de la ANAM y la colaboración de las diferentes entidades con injerencia en el manejo, uso y gestión de los recursos naturales.

A pesar de todo lo que se ha avanzado en relación al agua y las cuencas en el país, en algunas aéreas todavía existe la percepción local, de que a pesar de contar con la presencia de las entidades gubernamentales encargadas de impartir y de hacer cumplir las leyes ambientales (figuras 9 y 10), se debe estructurar un marco conceptual regulado, concertado y entendido por todas las partes, así mismo instancias de concertación, a fin de que dentro de la zona, se permitan los arreglos sociales que posibiliten el manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, en especial el agua para diferentes usos, acción contraria a la actual, en donde se percibe un paulatino deterioro de los recursos naturales producto de reglas medianamente conocidas y comprendidas por los diferentes actores presentes en el área y que en la mayoría de las veces, se sienten ofendidos, ya que consideran que aún conociendo las autoridades sobre la situación de subsistencia, en que se enmarca la subcuenca, las leyes impartidas se hacen flexibles para unos e inflexibles para otros, lo que ha provocado con el tiempo un incumplimiento de las mismas por parte de la mayoría de estos actores locales.



**Figura 9. Percepción de actores locales sobre cuales son las principales instituciones responsables de resolver conflictos relacionados al agua en la parte alta de la cuenca del río Caldera.**



**Figura 10. Roles que deberían desempeñar diferentes instituciones en la gestión del agua en la cuenca alta del río Caldera.**

Por otra parte, las leyes vinculadas a normas y políticas relacionadas con el manejo de los recursos naturales presentes en el Estado panameño son variadas y abundantes, pudiéndose encontrar las mismas en forma dispersa entre sectores de interés como lo son el agua, el bosque, la agricultura y el acceso a tierra. Tal situación podría propiciar que el manejo de los recursos naturales se adecue a cada uno de los campos a que le corresponde afectando un enfoque integral e interdisciplinario de gestión de los recursos naturales.

Además, producto de la débil gobernabilidad que por muchos años ha existido, se ha originado un vacío institucional que ha permitido la degradación en las actuales escalas; poniendo en riesgo la sostenibilidad de los mismos y hasta en precaria la salud de la población en general. La instauración de políticas consensuadas y acordadas con la población permitiría que las mismas no sólo sean papel escrito, con el único valor del castigo por faltas señaladas por la misma, sino que simultáneamente a esta construcción de normas y acuerdos entre las partes, se establezca una serie de consignaciones que permita involucrar a cada uno de los actores.

Aprovechando los espacios que se pudiesen estar generando con la implementación y aplicación de la política nacional del recurso hídrico en el país, se hace importante plantear una agenda considerada dentro del Plan Nacional del Recurso Hídrico, para avanzar en el tema de la gobernabilidad del agua por medio de acciones como las siguientes:

a) Impulsar las leyes nacionales de aguas y a la formulación de políticas nacionales de gestión integrada de recursos hídricos, reconociendo el carácter de usuario y proveedor de agua que tienen los ecosistemas;

b) Impulsar un proceso de armonización en esta materia, sobre todo a nivel de políticas, adaptables al recurso hídrico para diferentes usos;

c) Avanzar en la definición de un ente rector en la materia, pero que trascienda la parte de proveer el servicio y/o la no contaminación del mismo;

d) Ejecutar una verdadera gestión integrada de los recursos hídricos a cargo de la dirección nacional del recurso, con un nivel jerárquico elevado e independiente de los usuarios, propiciando de esta manera el accesible conocimiento y manejo de las leyes a nivel local.

Se espera que a medida que se van implementando las diferentes fases incluidas en la nueva política nacional de recurso hídricos, como lo es el caso de la implementación de la política nacional de descentralización de la gestión ambiental (PDGA), se puedan subsanar algunas necesidades sentidas de la comunidad al nivel de las cuencas, como el poder descongestionar las decisiones a nivel de las entidades, ya que se percibe, según las propias opiniones de los actores locales, que el manejo de los recursos se realiza de manera muy centralizada, lo cual limita la continuidad y monitoreo de diversos proyectos que beneficien a la comunidad. Por lo tanto, sigue percibiendo la comunidad que en la mayoría de los casos se desmeritan los logros que se obtienen con los proyectos y que siempre por asuntos políticos (cambio de gobierno cada 5 años) se cambian, o simplemente son eliminados, provocando al final falta de credibilidad de las comunidades hacia las políticas y planes de gobierno.

## **4.2.2 Objetivo 2. Determinar la disponibilidad y principales usos de agua superficial cuenca alta del río Caldera**

### **4.2.2.1 Uso y magnitudes de consumo del recurso hídrico en la cuenca alta de río Caldera.**

La demanda formal (concesionada) del agua en cuenca alta del río Caldera está dada por los usuarios registrados, que cuentan con un permiso o concesión para extraer y utilizar el agua, según las normas vigentes del país.

De acuerdo con la base de datos de las concesiones, manejada por ANAM (2008), existen 99 usuarios registrados con concesión vigente, que en conjunto demandan poco más de 444,78 hm<sup>3</sup>/año, distribuidos en 12 diferentes usos (cuadro 10).

**Cuadro 10. Concesiones de agua registradas en la cuenca alta del río Caldera.**

		VOLUMEN CONCESIONADO (hm <sup>3</sup> )				PROP.
N° de Concesiones	USOS	LLUVIOSA	SECA	TOTAL	ACUMULADO	%
1	ACUÍCOLA	10,54	5,18	15,72	15,72	3,54
23	AGRÍCOLA	5,52	11,22	16,74	32,47	3,76
3	AGRÍCOLA/DOMÉSTICO	0,42	0,20	0,62	33,08	0,14
3	AGROINDUSTRIAL	0,86	0,43	1,29	34,37	0,29
7	AGROPECUARIO	0,37	0,18	0,55	34,92	0,12
38	DOMÉSTICO	3,07	6,24	9,32	44,24	2,09
6	DOMÉSTICO/AGROPECUARIO	1,50	0,74	2,24	46,47	0,50
2	DOMÉSTICO/COMERCIAL	2,95	1,45	4,40	50,88	0,99
3	DOMÉSTICO/TURÍSTICO	4,25	2,09	6,35	57,22	1,43
4	HIDROELÉCTRICO	274,67	111,29	385,96	443,18	86,78
5	INDUSTRIAL	0,80	0,39	1,19	444,37	0,27
4	TURÍSTICO	0,28	0,14	0,41	444,78	0,09
99	12	139,55	305,23	444,78	-----	100

Fuente: ANAM, 2009.

Como se aprecia, esta subcuenca tiene casi todos los usos, los más comunes, y dentro de las que se ha estudiado, la que mayor cantidad de concesiones tiene es el uso doméstico con 38 concesiones, además la que tiene el mayor volumen demandado son las cuatro hidroeléctricas, con concesiones que suman más del 87% del volumen total y representan, probablemente, la mayor capacidad instalada del sector. En complemento, la distribución mensual de los volúmenes concesionados se presenta en el cuadro 11.

**Cuadro 11. Distribución mensual de concesiones de agua registradas en la cuenca alta río Caldera (hm<sup>3</sup>)**

USO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1 ACUÍCOLA	1,30	1,30	1,30	1,30	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	15,72
23 AGRÍCOLA	2,80	2,80	2,80	2,80	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	16,74
3 AGRÍCOLA/ DOMESTICO	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,62
3 AGROINDUSTRIAL	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	1,29
7 AGROPECUARIO	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,55
38 DOMESTICO	1,56	1,56	1,56	1,56	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	9,32
6 DOMESTICO/ AGROPECUARIO	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	2,24
2 DOMESTICO/ COMERCIAL	0,36	0,36	0,36	0,36	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	4,40
3 DOMESTICO/ TURÍSTICO	0,52	0,52	0,52	0,52	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	6,35
4 HIDROELÉCTRICO	27,82	27,82	27,82	27,82	34,33	34,33	34,33	34,33	34,33	34,33	34,33	34,33	386
5 INDUSTRIAL	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	1,19
4 TURÍSTICO	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,41
9 12	35	35	35	35	38	38	38	38	38	38	38	38	445

Fuente: elaboración propia, con datos de ANAM 2008.

Dado el régimen pluvial regional y del país en general, es costumbre dividir el año en meses secos (de enero a abril), y meses húmedos (de mayo a diciembre). Esto no implica que los “meses secos” sean propiamente sin lluvia, sino que llueve significativamente menos. También, durante la temporada de estiaje los requerimientos de agua aumentan, por lo que las concesiones se solicitan y se autorizan para extraer más agua de la fuente que en los meses húmedos o lluviosos, pero en general, la demanda es casi constante o tiende a serlo en todos los meses; la que tiene mayor variación estacional es la agrícola, por las características propias de la actividad.

### **Uso hidroeléctrico**

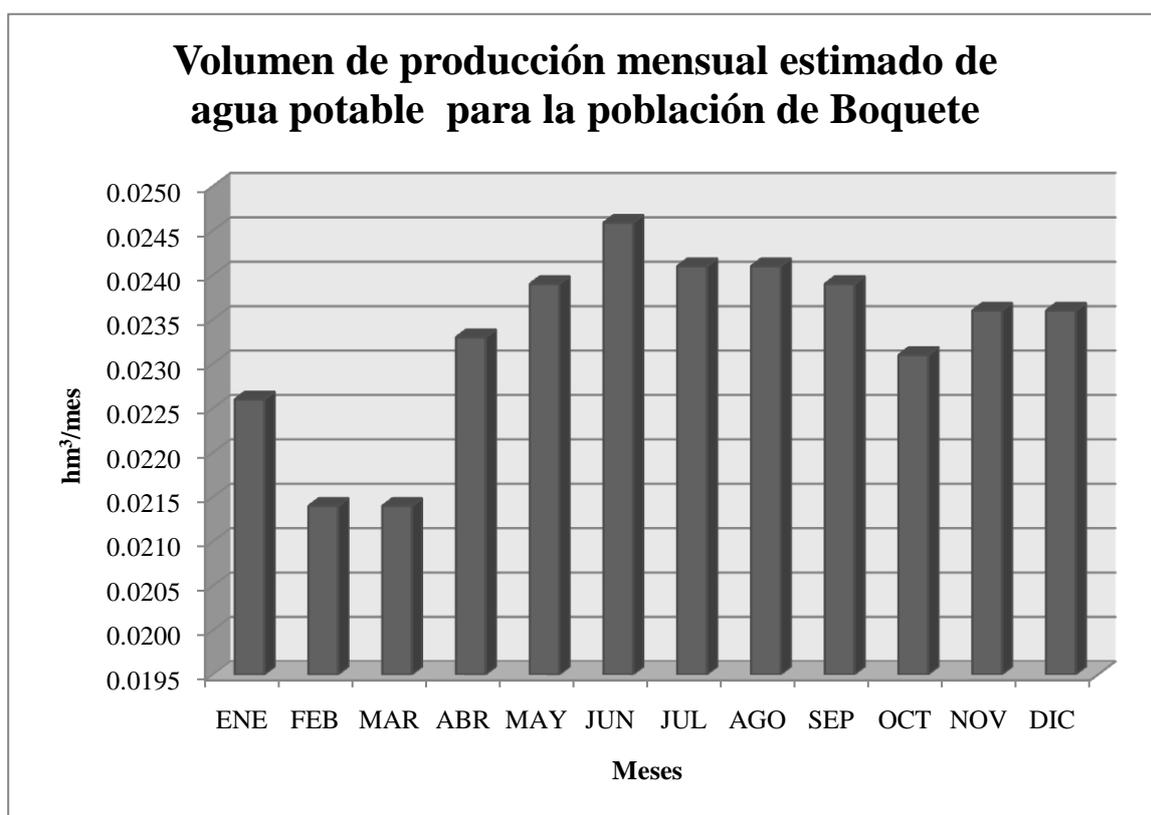
Por mucho, en la cuenca alta, el uso hidroeléctrico es el más demandante, con poco más del 86% del total; los demás usos, aún los más prioritarios, en conjunto alcanzan el 14% y de ellos, el acuícola, agrícola y doméstico son los más significativos. Cabe mencionar que las plantas hidroeléctricas son construidas y operadas por empresas particulares, directamente sobre el cauce de los ríos y el agua usada para mover las turbinas es sólo de paso. La Figura 11 muestra una hidroeléctrica típica existente en Panamá, es decir, en general no hay embalses excepto en Bayano, en otra cuenca y en Fortuna en la cuenca 108, que también está fuera del área de estudio; tampoco hay derivaciones hacia fuera de la cuenca, como ya se mencionó anteriormente, sólo hay pequeñas derivaciones entre algunas corrientes dentro de la cuenca, para aumentar caudales hacia otros puntos y así aumentar la generación de energía; estas derivaciones en general se estima que poco afectan los llamados caudales ambientales, dado que aguas debajo de la derivación hay pequeños flujos que lo restauran.



**Figura 11. Hidroeléctrica en operación sobre el cauce del río Chiriquí, representativas de las plantas generadoras del país.**

## Uso para consumo humano

El municipio de Boquete, es la institución que suministra el agua potable en las zonas urbanas para uso doméstico dentro de la subcuenca en estudio; según información proporcionada por el municipio (2010), la producción mensual (figura 12) para abastecer parcialmente los centros urbanos del distrito, es de 0,2555 hm<sup>3</sup>/año, para la población de los corregimientos Bajo Boquete, Los Naranjos y Alto Boquete (7221 habitantes). Estos sistemas urbanos son medianos y se estima que tienen una pérdida en la red de distribución de 30%.



**Figura 12. Estimación volumen de producción mensual de agua potable, en el municipio de Boquete.**

Fuente: elaboración propia con datos de municipio de Boquete.

En las zonas suburbanas y rurales de la subcuenca, es el Ministerio de Salud (MINSA) el que se encarga de suministrar el agua potable. Para este caso, la estimación del volumen servido (producido) se ha hecho indirectamente, tomando como base la población del último censo disponible (Año 2000), que es de 3368 habitantes (Contraloría 2008, MINSA 2008). Para fines de este estudio aplicó la dotación de diseño de 30 galones por día por persona, según los estándares del sector en el país (equivalente a 113,55 litros por día, por persona) y se obtiene un volumen requerido de 0,141 hm<sup>3</sup>/año, suponiendo una distribución mensual homogénea. Según la fuente del censo y los registros del MINSA,

existe un inventario de viviendas en los diversos poblados o caseríos de la cuenca que no disponen de agua potable; a esta población, para efectos del balance, se le ha llamado “población dispersa” y dado que se conoce su número aproximado (228 habitantes), también ha sido posible estimar el volumen que usan, con la misma dotación unitaria antes mencionada y corresponde a un volumen de 0,0094 hm<sup>3</sup>/año (cuadro 12).

En complemento, ANAM tiene concesionado un volumen para uso doméstico solo o combinado con otros usos, de 15,03 hm<sup>3</sup>/año.

**Cuadro 12. Distribución mensual estimada de los volúmenes de agua (hm<sup>3</sup>) para consumo doméstico, suministrados por el MINSA, en la cuenca alta río Caldera.**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
<b>DISPERSOS</b>	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	<b>0,0094</b>
<b>MINSA</b>	<b>0,012</b>	<b>0,141</b>											

Fuente: elaboración propia con datos de IDAAN, MINSA y Contraloría.

### Uso agropecuario

Los datos de usos pecuarios del agua que maneja el MIDA y que son diferentes y adicionales a las concesiones registradas en ANAM para el mismo fin, que se presentan de manera resumida en los cuadros 13 y 14, provienen del último censo agropecuario (Contraloría 2008, MIDA 2008). Los mismos son valores aproximados y se supone una distribución uniforme de las explotaciones pecuarias en el distrito de Boquete y por ende, en la proporción de uso que cada uno de ellos tiene dentro de la subcuenca.

**Cuadro 13. Estimación de la proporción de los distritos político-administrativos incluidos en la cuenca alta del río Caldera, cantidad de animales a los que se suministra agua y volumen correspondiente en hm<sup>3</sup>/año.**

<i>Distrito</i>	<i>Proporción dentro de la subcuenca</i>	TIPO	CANTIDAD	DOT. UNIDAD	VOL. ANUAL
				lpd	hm <sup>3</sup>
<b>Boquete</b>	<b>33,1</b>	BOVINOS	4781	70	0,1
		PORCINOS	1022	40	0,0
		EQUINOS	429	60	0,0
		AVES	164663	5	0,3
		CAPRINOS	9	20	0,0
		OVINOS	30	20	0,0
		<b>SUMA o PROM.</b>	<b>170934</b>		<b>0,4</b>

Fuente: elaboración propia con datos de Contraloría y MIDA, 2008

De acuerdo con estos datos, el volumen anual para uso pecuario es de 0,45 hm<sup>3</sup> y cuya distribución mensual se presenta en el cuadro 14. La distribución mensual no es uniforme, por razón propia de la diferencia entre épocas seca y lluviosa: el valor mensual uniforme (valor anual entre 12 meses) se afecta por el factor 1,30 en los meses secos y por el factor 0,85 en los meses húmedos. Desde luego, los valores en cero, mostrados en la cuadro 14, significan que los volúmenes son muy bajos, no que sean inexistentes.

**Cuadro 14. Estimación del volumen mensual de demanda de agua para usos pecuarios, en la cuenca alta del río Caldera (hm<sup>3</sup>).**

TIPO	CANTIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
BOVINOS	4781	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,12
PORCINOS	1022	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
EQUINOS	429	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
AVES	164663	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,30
CAPRINOS	9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OVINOS	30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SUMA	170934	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,45

Fuente: elaboración propia, con datos de Contraloría y MIDA, 2008.

Los usos acuícola y agrícola, concesionados por ANAM, demandan menos del 7,4% del total y se sitúan dispersos sobre toda la cuenca, donde existen diversos cultivos, como hortalizas, café, papa y cítricos.

Para la agricultura de riego, desafortunadamente, los datos fuentes son menos precisos, pero con base en los comentarios de personal de ANAM y MIDA, sobre los cultivos principales de la cuenca, se estima la existencia de 350 hectáreas de cultivos. Cabe recalcar que estas superficies y cultivos tienen una referencia un tanto indirecta, dada una cierta incertidumbre en los datos oficiales. En el cuadro 15 muestra la proporción relativa de las láminas mensuales por cultivo, propuestas con base en la literatura sobre el tema y a las experiencias en otros países; así mismo, el cuadro 16 presenta la distribución mensual para este tipo de uso del agua.

**Cuadro 15. Distribución mensual de láminas brutas mensuales por cultivo en la cuenca alta del río Caldera.**

LÁMINAS DE RIEGO BRUTAS (m)													
CULTIVO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Papa	0,030	0,030	0,030	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,120
Hortalizas	0,020	0,020	0,020	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,110
Café/cítricos	0,005	0,005	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,770

Fuente: elaboración propia, MIDA, 2009.

**Cuadro 16. Distribución mensual de volúmenes mensuales de riego (hm<sup>3</sup>) por cultivo en la cuenca alta del río Caldera.**

CULTIVO	CONCEPTO	VALOR	ENE	FEB	MAY	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Papa	SUPERFICIE( ha)	45												
	LÁMINA (m)	0,120	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	VOLUMEN (hm <sup>3</sup> )	0,054	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hortalizas	SUPERFICIE( ha)	40												
	LÁMINA (m)	0,075	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	VOLUMEN (hm <sup>3</sup> )	0,030	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Café/cítricos	SUPERFICIE(ha)	265												
	LÁMINA (m)	0,015	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	VOLUMEN (hm <sup>3</sup> )	0,040	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>SUPERFICIE</b>	<b>350</b>												
	<b>VOLUMEN</b>	<b>0,124</b>	<b>0,05</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,02</b>	<b>0,00</b>							

Las láminas de riego se han estimado con base en la temporada en que se aplica el agua, (época seca) en las características de textura y permeabilidad del suelo y la duración del ciclo vegetativo. Esta duración se ha tomado como referencia de los datos de diseño que se tienen en el estudio del proyecto de riego el Salto en Boquete.

Así, dadas las superficies estimadas, los periodos de desarrollo indicados y las láminas totales estimadas, el volumen total anual requerido es de 0,124 hm<sup>3</sup>; estos valores están basados en el supuesto de que el riego es por gravedad, aunque existen explotaciones agrícolas que se hacen con mayor tecnología, como invernaderos controlados.

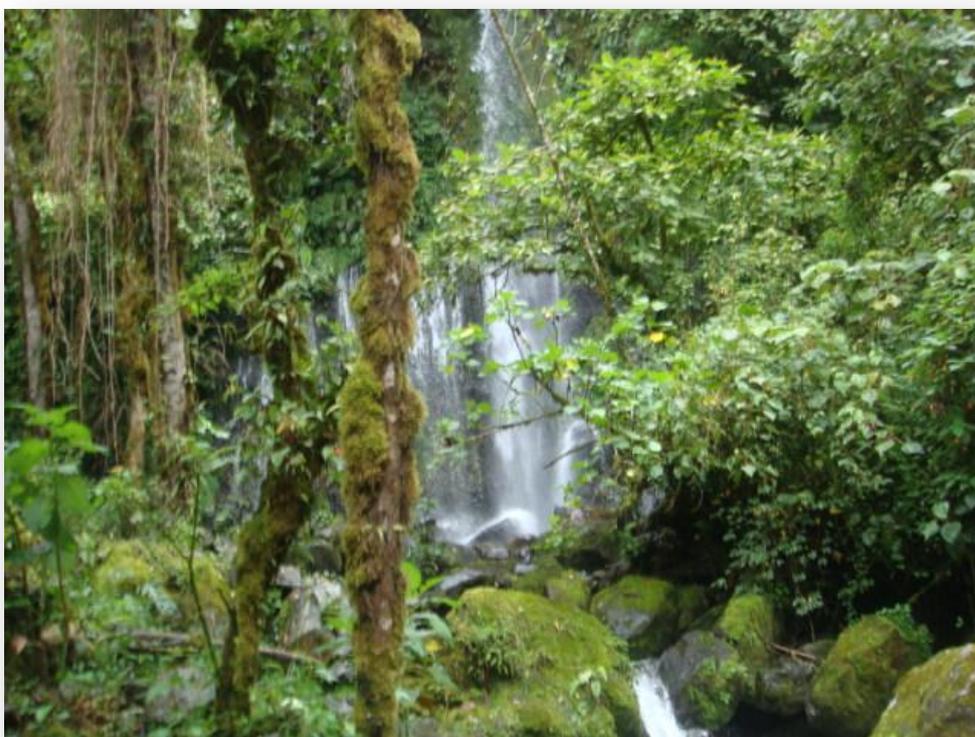
Los usos acuícolas tienen un registro de concesión por ANAM, que demanda 15,72 hm<sup>3</sup>, distribuido en forma regular en todos los meses. El potencial de este sector es grande e importante, en términos económicos, y al situarse en las partes finales de la cuenca, significa un uso adicional del agua que usualmente es el final.

### **Uso ambiental**

Finalmente, es conveniente considerar los volúmenes que se deben destinar al uso ambiental; dado el creciente deterioro de los cauces, tanto en calidad como en cantidad del agua que fluye en ellos, es necesario darle más prioridad a este uso, a efecto de preservar las condiciones bióticas y paisajísticas, del cauce y las zonas ribereñas, así como asegurar que la degradación fluvial no afecte la calidad de vida de los habitantes y tenga efectos nocivos irreversibles, cuando son perfectamente previsibles.

Lamentablemente, la información sobre indicadores biológicos que permita estimar un caudal ambiental adecuado es insuficiente y se concentra para otras cuencas más estudiadas (ANAM 2002), principalmente para la zona del Canal. Por esta razón, y dado el interés de que este rubro se tome en consideración en los balances, como es correcto, sólo con fines ilustrativos y de primera aproximación, puede suponerse, *a priori*, que el caudal

ambiental podría ser del orden del 5% *del total de la demanda, excepto el uso hidroeléctrico*, porque este tiene un retorno total; estudios y métodos pioneros en este tema, como el método Montana (Tennant 1976, Mann 2006), así lo sugieren. Desde luego, existen métodos más modernos, que mejoran la visión y perspectiva del tema; de hecho, los métodos holísticos, que toman en cuenta variables físicas, biológicas, hidráulicas e hidrológicas, se presupone que dan los mejores resultados; no obstante, su aplicación se restringe cuando no se dispone de la información necesaria, como ocurre en esta cuenca, además de que requieren tiempo de maduración para apreciar sus resultados. No abunda información sobre la flora y fauna de los cauces y zonas ribereñas, pero dadas las condiciones climáticas, podría suponerse que la vida silvestre es abundante y variada en los cauces y riberas (Figura 13).



**Figura 13. Aspecto de la vida silvestre en los afluentes de la cuenca alta de río Caldera.**

Ante estas condiciones, y como una primera aproximación, considerar un 5% del **total** de los usos arriba mencionados, para dedicarlo al uso ambiental, es una opción viable. Un aspecto importante del porqué se estima un 5% de las demandas consuntivas, es que estrictamente, los caudales ambientales se supone que deben aplicarse sobre los escurrimientos medios mensuales y no sobre las demandas; de hecho, el método Montana sugiere el 10% de los escurrimientos medios registrados, *no de la demanda*. En esta subcuenca no existen registros de flujo a la salida de la cuenca y quizá lo más

determinante, es que no existen obras, como cortinas de presas, que obstruyan completamente el flujo de los ríos. Es decir, los ríos principales fluyen de forma natural, de acuerdo a los regímenes de lluvia y escurrimiento naturales; las derivaciones que se hacen para el riego y otros usos, usualmente no cortan completamente el flujo. Desde este enfoque, los ríos no se secan artificialmente, y por ende las condiciones bióticas naturales solo obedecen a la marcha natural de los periodos alternos secos y húmedos, y por lo tanto, el caudal ambiental no debe estar sujeto principalmente al aspecto cuantitativo, sino más bien al cualitativo: la calidad del agua. Esto implica que la contaminación del agua de los cauces, por las diversas fuentes, es el factor a atender con mayor relevancia (ANAM, 2008).

La información sobre calidad del agua que existe permite suponer que es aceptable, dada la ausencia de industria pesada; la contaminación más frecuente está dada por las aguas residuales domésticas y las de diversas agroindustrias que se vierten al ambiente con poco o ningún tratamiento (ANAM 2008) y aunque aún no significan un serio problema de salud pública, sí es conveniente tomar las precauciones. En esta cuenca, según análisis del LCA (Laboratorio de Calidad Ambiental, de ANAM), la calidad del agua es de aceptable a regular.

### **Resumen de demanda de agua**

Bajo todas estas consideraciones, la demanda total estimada de la cuenca se presenta en la cuadro 17, especificada en sus diversas componentes por su origen. Como se ha mencionado, la dispersión de la información y su manejo por entidades diferentes, dificulta tener un control adecuado de la misma. Además, la información no siempre coincide temporalmente, ya que mientras ANAM y MICI tienen registros actualizados, MIDA y MINSA tienen diversidad de fechas en los registros existentes, algunos incluso con más de 5 años de antigüedad. También los datos están basados en el último censo de población, que es del año 2000.

**Cuadro 17. Resumen de los volúmenes de demanda por rubro y origen en cuenca alta del río Caldera (hm<sup>3</sup>)**

#	USO CONCESIONADO	MESES SECOS				MESES HÚMEDOS								TOTAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1	ACUÍCOLA	1,30	1,30	1,30	1,30	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	15,72
23	AGRÍCOLA	2,80	2,80	2,80	2,80	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	16,74
3	AGRÍCOLA/ DOMÉSTICO	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,62
3	AGROINDUSTRIAL	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	1,29
7	AGROPECUARIO	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,55
38	DOMÉSTICO	1,56	1,56	1,56	1,56	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	9,32
6	DOMÉSTICO/ AGROPECUARIO	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	2,24
2	DOMÉSTICO/ COMERCIAL	0,36	0,36	0,36	0,36	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	4,40
3	DOMÉSTICO/ TURÍSTICO	0,52	0,52	0,52	0,52	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	6,35
4	HIDROELÉCTRICO	27,8	27,8	27,8	27,8	34,3	34,3	34,3	34,3	34,3	34,3	34,3	34,3	386,0
5	INDUSTRIAL	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	1,19
4	TURÍSTICO	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,41
99	TOTAL ANAM	<b>34,89</b>	<b>34,89</b>	<b>34,89</b>	<b>34,89</b>	<b>38,15</b>	<b>38,15</b>	<b>38,15</b>	<b>38,15</b>	<b>38,15</b>	<b>38,15</b>	<b>38,15</b>	<b>38,15</b>	<b>445</b>
	Municipio	0,023	0,021	0,021	0,023	0,024	0,025	0,024	0,024	0,024	0,023	0,024	0,024	0,28
	MIDA PECUARIO	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,45
	MIDA AGRÍCOLA	0,23	0,13	0,13	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59
	MINSA	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,14
	OTROS USOS DISPERSOS	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0094
	EXPORTACIÓN (TRASVASES)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	TOTAL	0,31	0,21	0,21	0,20	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	1,47
	SUMA USOS	<b>35,1</b>	<b>35,1</b>	<b>35,1</b>	<b>35,1</b>	<b>38,2</b>	<b>38,2</b>	<b>38,2</b>	<b>38,2</b>	<b>3,2</b>	<b>3,2</b>	<b>38,2</b>	<b>38,2</b>	<b>446</b>
	USO AMBIENTAL (5 % DEL TOTAL)	0,37	0,36	0,36	0,36	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	3,01
	DEMANDA TOTAL	<b>35,6</b>	<b>35,5</b>	<b>35,5</b>	<b>35,4</b>	<b>38,4</b>	<b>38,4</b>	<b>38,4</b>	<b>38,4</b>	<b>38,4</b>	<b>38,4</b>	<b>38,4</b>	<b>38,4</b>	<b>449</b>

En forma gráfica, la figura 14 muestra los volúmenes de estas demandas existentes en la cuenca alta del río Caldera. Como se aprecia, la demanda más grande corresponde al uso hidroeléctrico (87 %) que es un uso no consuntivo; los demás usos, sin dejar de ser importantes, son mucho menores.

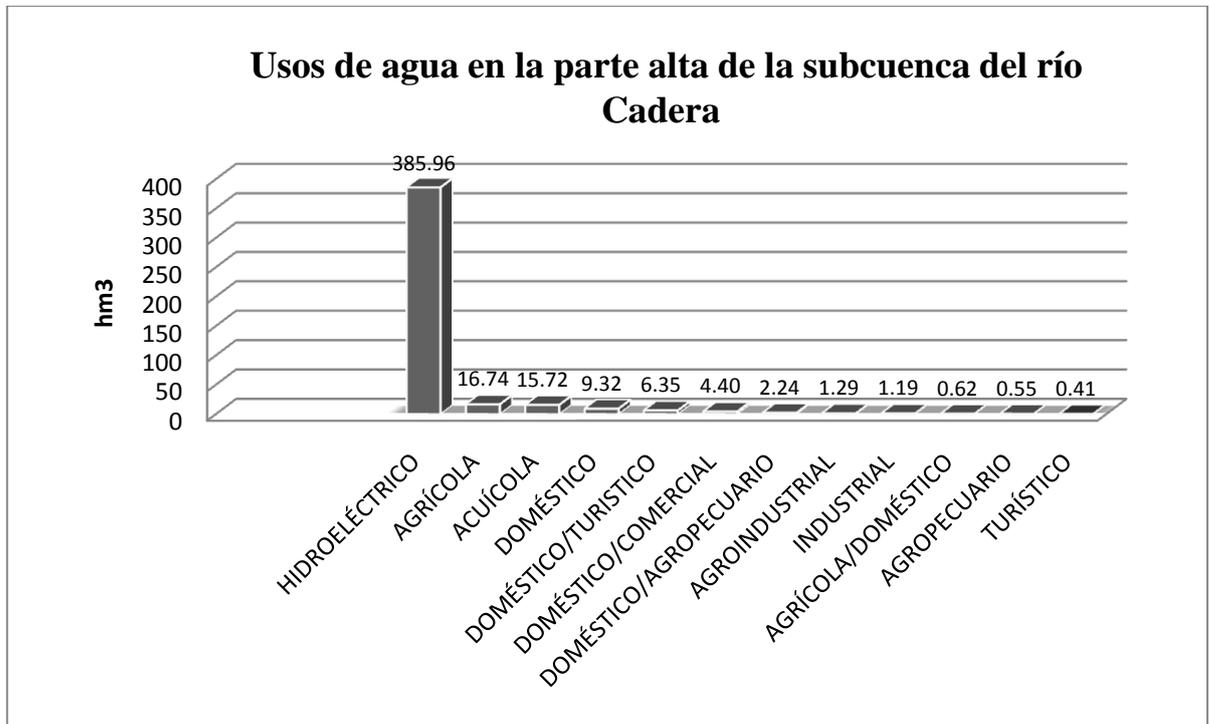


Figura 14. Distribución de las demandas hídricas por uso en la cuenca alta de río Caldera.

#### 4.2.2.2 Evaluación de las componentes del balance hídrico en cuenca alta río Caldera

Se partió de la ecuación de continuidad, expresada como

$$\Delta V = E - S = \frac{dV}{dt}$$

donde la variación de volumen  $V$  en el tiempo, es función del volumen entrante  $E$  menos el volumen  $S$  que sale del sistema (sistema hidrológico, cuenca, lago, etc.), o lo que es lo mismo, la variación de volumen es igual a las entradas menos las salidas, para un intervalo de tiempo específico. La ecuación de balance de agua superficial, tomando como unidad de análisis y plano de referencia a la cuenca, se plantea de la manera siguiente (Aparicio *et al.* 2006):

$$\Delta V = (V_{II} + Rt + B + V_{man}) - (Et + In + Inter + Uc + f + A_b)$$

Donde:

$\Delta V$ = Cambio de almacenamiento, en el supuesto de que en la cuenca existen cuerpos de agua como embalses, lagos, lagunas, etc.

$V_{ll}$ = Volumen de lluvia en la cuenca

$Rt$ = Retornos de agua desde los diversos usos

$B$ = Extracciones por bombeo de los acuíferos

$V_{man}$ = Volumen aportado por los manantiales

$Et$ = Evapotranspiración

$In$ = Infiltración de la lluvia hacia las capas profundas del suelo

$Inter$ = Intercepción de lluvia por la vegetación

$Uc$ = Usos (consuntivos o no) del agua, equivalente a la demanda

$F$ = Pérdidas por fugas, particularmente en los sistemas municipales.

$A_b$ = Volumen de escurrimiento aguas abajo, a la salida de la cuenca

Todas estas variables fueron expresadas en unidades homogéneas de volumen; en este caso, dadas las magnitudes del volumen, se expresan en hectómetros cúbicos ( $hm^3$ ), equivalentes a millones de  $m^3$ .

#### **a) Cambios de almacenamientos ( $\Delta V$ )**

En esta subcuenca, en la parte alta, existe un pequeño lago de reservorio de agua, de pequeñas dimensiones exclusivo para la generación de energía eléctrica, por lo que su influencia no es determinante al nivel de la cuenca, en cuanto a que tenga usos múltiples, por ende  $\Delta V$  puede considerarse igual a cero en la ecuación.

#### **b) Volumen de lluvia ( $V_{ll}$ )**

La subcuenca tiene una superficie de  $143 \text{ km}^2$ . A partir de los mapas de isoyetas a nivel nacional elaborados por ETESA (UNESCO 2007), se extrajo el mapa de isoyetas para la cuenca alta del río Caldera (Figura 15). Además, de acuerdo con información disponible (ANAM 2008 y ETESA 2009), en promedio, en la cuenca llueven  $3185 \text{ mm}$  al año, de los cuales, el  $89,30\%$  ocurren en los meses lluviosos y el restante en los meses secos; las proporciones se obtienen de las estaciones 108-001 y 108-017, ubicadas dentro de la cuenca; los detalles y ajustes del registro histórico de la estación se muestran en el cuadro 18. Cabe mencionar que para el cálculo de la lluvia total en la cuenca, se usaron los valores ajustados mensualmente al valor anual estimado por ETESA (2009), que se presentan en el cuadro 19. Finalmente, el volumen de lluvia mensual y total de la cuenca alta del río Caldera se presenta en el cuadro 20.

**Cuadro 18. Precipitación anual y por temporada (mm) en la cuenca alta del río Caldera**

NUMERO	NOMBRE	PROVINCIA	UTM			LLUVIA,(mm)			PROPORCIÓN (%)		
			X	Y	ELEV	SECO	LLUVIOSO	TOTAL	SECO	LLUVIOSO	TOTAL
108-001	FINCA LÉRIDA	CHIRIQUÍ	336852	973002	1700	375,60	2512,4	2888,00	13,01	86,99	100
108-017	LOS NARANJOS	CHIRIQUÍ	340512	971145	1200	209,60	2289,4	2499,00	8,39	91,61	100
<b>MEDIAS</b>						<b>292,6</b>	<b>2400,9</b>	<b>2693,5</b>	<b>10,70</b>	<b>89,30</b>	<b>100</b>

Fuente: ETESA 2009.

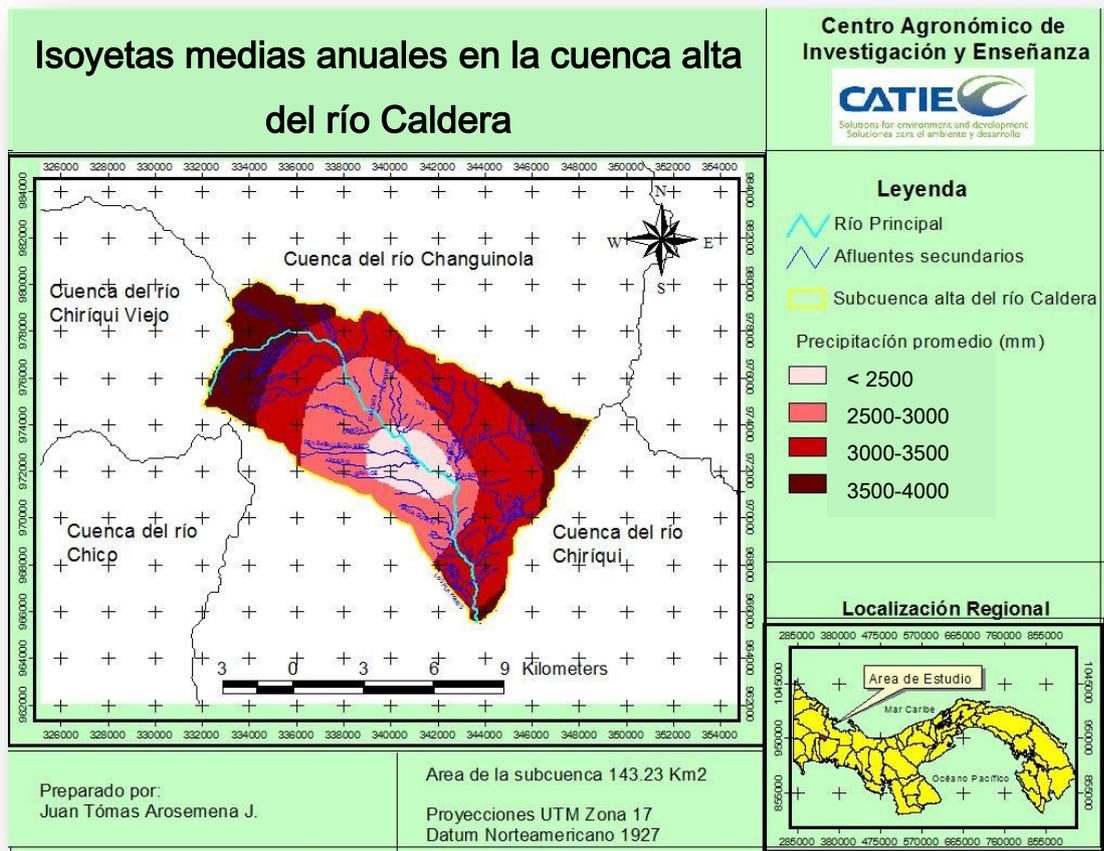
**Cuadro 19. Precipitación mensual y ajustada (mm) en la cuenca alta del río Caldera.**

ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
108-001	140,4	66,2	70,0	99,0	326,8	297,5	238,1	301	397,7	440,3	298,8	212,6	<b>2888</b>
108-017	67,2	24,8	34,6	83,0	293,9	296,1	229,6	286,3	396,3	429,6	237,4	120,2	<b>2499</b>
<b>MEDIA</b>	<b>104</b>	<b>46</b>	<b>52</b>	<b>91</b>	<b>310</b>	<b>297</b>	<b>234</b>	<b>294</b>	<b>397</b>	<b>435</b>	<b>268</b>	<b>166</b>	<b>2694</b>
<b>ETESA AJUSTADA</b>	123	54	62	108	367	351	277	347	469	514	317	197	<b>3185</b>

Fuente: ETESA 2009.

**Cuadro 20. Láminas (m) y volúmenes (hm<sup>3</sup>) de lluvia mensual y anual estimados para la cuenca alta del río Caldera (superficie de la cuenca: 143 km<sup>2</sup>).**

LLUVIA	MESES SECOS				MESES HÚMEDOS								TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
<b>LLUVIA (m)</b>	<b>0,123</b>	<b>0,054</b>	<b>0,062</b>	<b>0,108</b>	<b>0,367</b>	<b>0,351</b>	<b>0,277</b>	<b>0,347</b>	<b>0,469</b>	<b>0,514</b>	<b>0,317</b>	<b>0,197</b>	<b>3185</b>
<b>LLUVIA( hm<sup>3</sup>)</b>	17,55	7,69	8,84	15,39	52,47	50,18	39,54	49,65	67,13	73,54	45,33	28,14	455,46



**Figura 15. Isoyetas medias anuales para la cuenca alta del río Caldera.**  
Fuente: UNESCO 2007.

Puede apreciarse en la figura 15, que para esta cuenca, los valores de lluvia media anual se encuentran alrededor de los 2500 mm, con picos de hasta 4000 mm/año, en las regiones montañosas. Esta es una de las subcuencas con alta pluviosidad dentro del territorio nacional, por ende, existe una época de estiaje moderado de (enero a mayo), pero sin déficit acentuado de agua; no obstante, durante la mayor parte del año, las zonas altas y montañosas y la cuenca en general, presentan zonas de exuberante vegetación, casi siempre verdes (Figura 16).



**Figura 16. Vista típica de la sierra de la cuenca alta del río Caldera, y la alteración a la cobertura vegetal original.**

**c) Retorno de agua desde los diferentes usos ( $R_t$ )**

Los diversos usos del agua pueden ser consuntivos (los que consumen el total o una parte significativa del volumen concesionado) y los no consuntivos (que usan el agua sin gastarla o con un consumo mínimo). Así, en general podría decirse que la agricultura es un uso consuntivo, mientras que la generación hidroeléctrica no lo es. No obstante, no hay usos completamente consuntivos o completamente no consuntivos; todos tienen un remanente de agua que no consumen y que después del uso retorna a la corriente o sistema de donde se obtuvo; esto es lo que conoce como retornos. Así, para el caso de esta subcuenca, puede suponerse, con base en la experiencia en otras cuencas y a lo utilizado en México (ANAM 2008), que los diversos usos tienen un *coeficiente de retorno*, expresado como una fracción del volumen usado o concesionado. En el cuadro 21 se muestra estos valores para la subcuenca alta río Caldera, para cada uno de los componentes de la demanda del apartado anterior. Desde luego, estos coeficientes de retorno son flexibles y aproximados, sujetos a mejor precisión, en base a revisión y ajustes en cada caso, si los hubiera.

Así, mientras que los usos agrícolas pueden retornar alrededor del 15% del agua utilizada, las hidroeléctricas retornan prácticamente todo: usan el agua pero no la gastan. Respecto al coeficiente de retorno del uso ambiental, considerar 90% puede parecer alto o bajo, según la apreciación, pero debe tenerse presente que, sobre todo en las partes bajas del río, la corriente fluye más lentamente, por lo que la evaporación directa es más alta, así como la infiltración; Además, en general, no faltan los pequeños usos indirectos, como abrevaderos, usos doméstico de casas aisladas, pequeños huertos, etc.; esto es inevitable,

aunque estrictamente es agua que no debería utilizarse para otro fin, pero eso no siempre se puede lograr.

**Cuadro 21. Volúmenes de retorno, desde diferentes usos existentes en cuenca alta del río Caldera (hm<sup>3</sup>).**

PROP. DE RET	USO CONCESIONADO	MESES SECOS				MESES HÚMEDOS								TOTAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
0,95	ACUÍCOLA	1,23	1,23	1,23	1,23	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	14,94
0,15	AGRÍCOLA	0,42	0,42	0,42	0,42	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	2,51
0,50	AGRÍCOLA/ DOMESTICO	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,31
0,50	AGROINDUSTRIAL	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,64
0,50	AGROPECUARIO	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,27
0,70	DOMÉSTICO	1,09	1,09	1,09	1,09	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	6,52
0,50	DOMÉSTICO/ AGROPECUARIO	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	1,12
0,60	DOMÉSTICO/ COMERCIAL	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	2,64
0,70	DOMÉSTICO/ TURÍSTICO	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	4,44
1,00	HIDROELÉCTRICO	27,82	27,82	27,82	27,82	34,33	34,33	34,33	34,33	34,33	34,33	34,33	34,33	385,96
0,70	INDUSTRIAL	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,83
0,85	TURÍSTICO	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,35
	<b>TOTAL ANAM</b>	<b>31,44</b>	<b>31,44</b>	<b>31,44</b>	<b>31,44</b>	<b>36,85</b>	<b>36,85</b>	<b>36,85</b>	<b>36,85</b>	<b>36,85</b>	<b>36,85</b>	<b>36,85</b>	<b>36,85</b>	<b>420,54</b>
0,60	Municipio	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,17
0,00	Fugas por sistemas urbanos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,50	MIDA PECUARIO	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
0,15	MIDA AGRÍCOLA	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
0,50	MINSA	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
0,50	OTROS USOS: DISPERSOS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1,00	EXPORTACIÓN (TRASVASES)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>TOTAL</b>	0,08	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,24
	<b>SUMA RETORNOS</b>	<b>31,52</b>	<b>31,46</b>	<b>31,46</b>	<b>31,46</b>	<b>36,86</b>	<b>36,86</b>	<b>36,86</b>	<b>36,86</b>	<b>36,86</b>	<b>36,86</b>	<b>36,86</b>	<b>36,86</b>	420,54
0,90	USO AMBIENTAL (5 % DEL TOTAL)	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	2,87
	<b>RETORNO TOTAL</b>	<b>31,85</b>	<b>31,79</b>	<b>31,78</b>	<b>31,78</b>	<b>37,19</b>	<b>37,04</b>	<b>423,65</b>						

Fuente: elaboración propia con datos ANAM, 2008.

El cuadro 22 muestra, porcentualmente, la distribución de los retornos en la cuenca alta del río Caldera. Como se observa, el 91% de los retornos corresponde al uso hidroeléctrico, como es de esperarse, por ser el más demandante. Cabe destacar que para esta cuenca, donde los usos hidroeléctricos son los más altos y los retornos también, dado que están en la parte alta de la cuenca, los retornos son prácticamente utilizables para otros fines.

**Cuadro 22. Volúmenes porcentuales de retorno, desde diferentes usos existentes en cuenca alta del río Caldera, en hm<sup>3</sup>.**

<b>VOLÚMENES DE RETORNO</b>	<b>%</b>
<b>Hidroeléctrico</b>	<b>91,10</b>
<b>Acuícola</b>	3,53
<b>Doméstico</b>	1,54
<b>Doméstico/Turístico</b>	1,05
<b>Uso ambiental (5 % del total)</b>	0,68
<b>Doméstico/Comercial</b>	0,62
<b>Agrícola</b>	0,59
<b>Doméstico/Agropecuario</b>	0,26
<b>Industrial</b>	0,20
<b>Agroindustrial</b>	0,15
<b>Turístico</b>	0,08
<b>Agrícola/Doméstico</b>	0,07
<b>Agropecuario</b>	0,06
<b>Municipio</b>	0,04
<b>MIDA Agrícola</b>	0,01
<b>MIDA pecuario</b>	0,01
<b>Otros usos: Dispersos</b>	0,00
<b>MINSA</b>	0,00
<b>Exportación (Trasvases)</b>	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

**d) Extracción por bombeo de los acuíferos (*B*)**

En la subcuenca no existen datos actualizados ni informes que señalen el volumen que se extrae por bombeo de los acuíferos para cuestión del balance se estimó el 1% (Aparicio *et al.* 2006) de la precipitación total presentada en el área de estudio.

**e) Volumen aportado por los manantiales ( $V_{man}$ )**

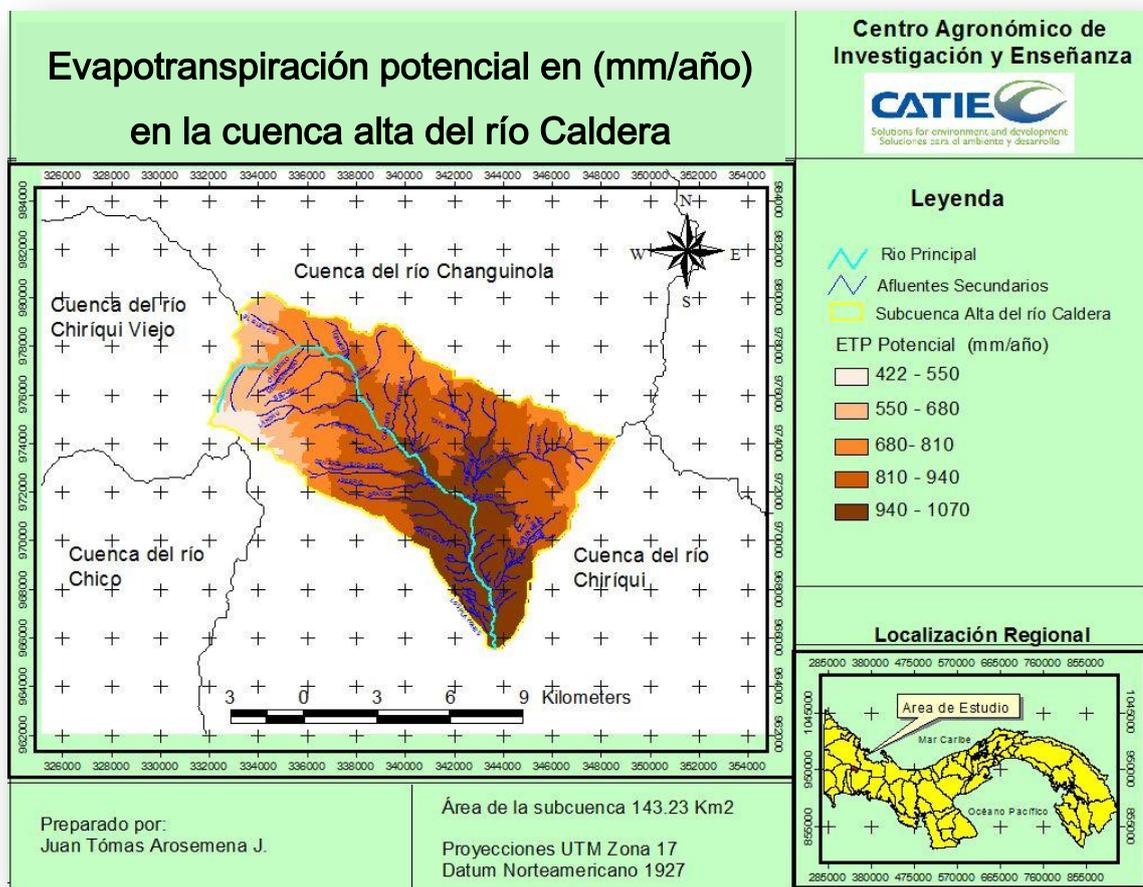
Dentro de la subcuenca existe suelo de origen volcánico y con material grueso (arenas y gravas, altamente permeables) sobre los cauces y en la parte baja de la subcuenca en estudio. Se estima que hay múltiples manantiales pequeños, de bajo caudal, apenas unos pocos litros por segundo, muchos de los cuales son aprovechados para usos localizados, como doméstico, agropecuario y agrícola, a pequeña escala; esto es escurrimiento sub-superficial, ya que no hay grandes afloraciones de los acuíferos. También, dadas las condiciones de baja disponibilidad en los meses secos, se estima la existencia de múltiples pequeños pozos, no registrados, que extraen agua del acuífero. Por ende,

aunque no contabilizados, los conceptos anotados tienen cierta influencia en el balance y se estima que a falta de datos precisos, los manantiales representan alrededor del 2% de la lluvia (Aparicio *et al.* 2006).

**f) Evapotranspiración potencial ( $E_t$ )**

Para todo el país, ETESA (UNESCO 2007) ha estimado la  $E_{tp}$  según el método de Penman-Monteith, publicado por la FAO. Los detalles del método se explican en Aparicio *et al.* 2006. De acuerdo con estos resultados, los valores varían, desde 422 mm/año en las partes serranas más altas, hasta poco más de 1070 mm/año en las zonas bajas de la subcuenca (Figura 17).

Para la subcuenca alta del río Caldera, la  $E_{tp}$  puede estimarse en 1070 mm/año, con lo cual, el volumen de evapotranspiración anual es de 154,85 hm<sup>3</sup>, equivalente al 33,6% de la lluvia.



**Figura 17. Mapas de evapotranspiración potencial de las partes altas de subcuenca del río Caldera, en mm/año, periodo 1971-2002**

Fuente: ETESA, 2008.

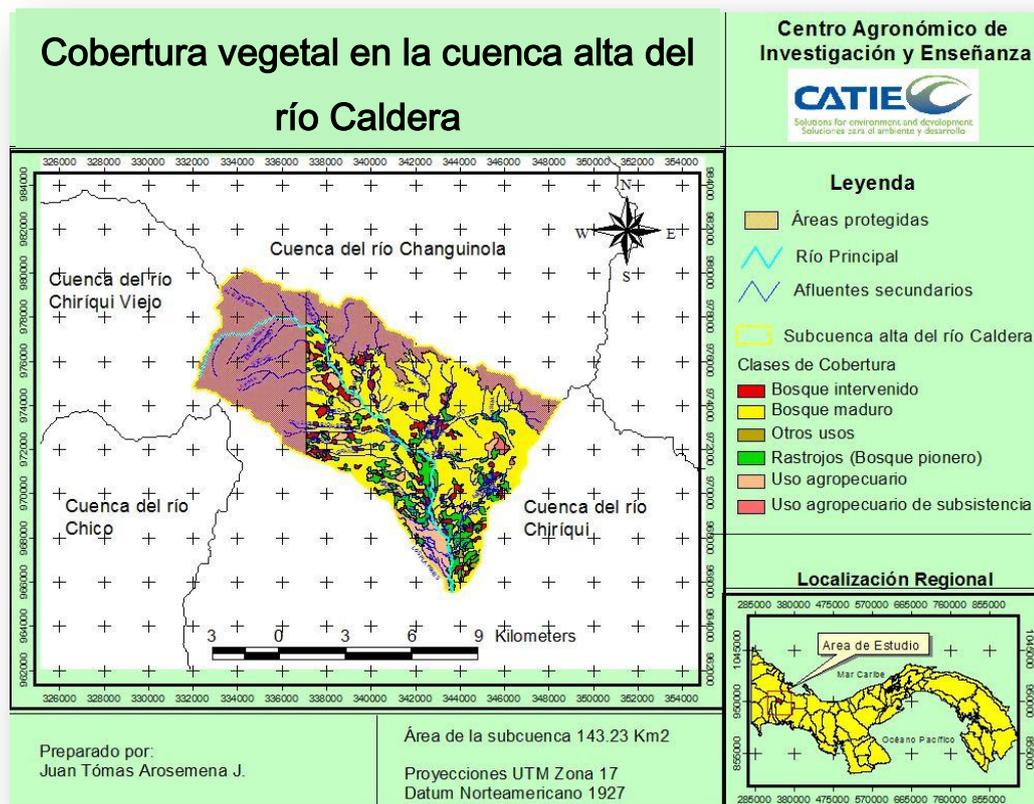
**g) Infiltración de la lluvia hacia las capas profundas del suelo (In)**

Como no existen registros de infiltración de la lluvia hacia la capas profundas del suelo, se estimó en un 5% de la precipitación (Aparicio *et al.* 2006), o sea, 23 hm<sup>3</sup>.

**h) Intercepción de lluvia por la vegetación (Inter)**

Las condiciones de la vegetación original de la cuenca se encuentran bastante alteradas, principalmente debido a la deforestación para fines agrícolas o ganaderos (Figura 18). Esto aumenta el riesgo de erosión, arrastre de sólidos, deslizamientos de tierra, y con ello, el peligro para la población, por los altos caudales que se concentran en los cauces, producto de la menor resistencia al flujo. Esto se aprecia en que algunas corrientes llevan apreciables cantidades de sólidos del suelo, desechos orgánicos y basura.

De acuerdo con estudios y experiencias previas, tanto en México como en Costa Rica (Lafragua *et al.* 2007), es razonable suponer que, dado el grado de alteración al bosque nativo, la intercepción de lluvia por la vegetación puede ser del 5% en promedio para toda la cuenca, lo que significa un volumen anual de 23 hm<sup>3</sup>.



**Figura 18. Cobertura vegetal de la cuenca alta del río Caldera. La deforestación y cambio de uso del suelo son factores de la degradación ambiental.**

Fuente: ANAM, 2008

La consecuencia inmediata de la deforestación es el aumento escurrimiento superficial. La subcuenca es de una alta pendiente, lo que combinado con las alteraciones a la cobertura vegetal, altera de manera significativa el régimen de flujo (Figura 19). Aunque en los múltiples arroyos que convergen a las corrientes principales es posible observar que el agua contiene poco sedimento y material en suspensión, ello se debe a que las zonas desforestadas tienen la capacidad de cubrirse rápidamente con pastizal, lo cual afianza el suelo, pero el daño físico por parte del ganado es un factor potencial de deterioro del suelo y su cobertura.



**Figura 19. Paisaje típico de las tierras medias y altas de la cuenca alta del río Caldera, donde la deforestación de laderas es significativa.**

**i) Usos (consuntivos o no) del agua, equivalente a la demanda ( $U_c$ )**

Este componente se calculó anteriormente y se utilizaron los valores de cuadro 17 de *Resumen de los volúmenes de demanda por rubro y origen en cuenca alta del río Caldera* ( $hm^3$ ).

**j) Pérdidas por fugas del sistema de distribución doméstica en la cuenca alta del río Caldera ( $f$ )**

Este aspecto se refiere a las pérdidas que ocurren inevitablemente en las redes de distribución domésticas. Las causas son múltiples y frecuentemente representan una apreciable proporción de los volúmenes entregados o surtidos a la red, sobre todo en los sistemas urbanos grandes. En el caso de subcuenca, las redes de distribución de los asentamientos urbanos son relativamente pequeñas, y las de los poblados rurales lo son más aún, por lo que, sin ignorar que este fenómeno ocurre, su dimensión relativa es lo

“normal” o esperado, del orden del 30%, incluido en la producción global del municipio de Boquete (valor de diseño). Fuente: Municipio de Boquete, 2010.

**k) Volumen de escurrimientos aguas abajo, a la salida de la cuenca ( $A_b$ )**

Como no existe estación hidrométrica a la salida de la subcuenca, con la cual medir los volúmenes reales que descargan al mar; por lo tanto, en la ecuación anterior se despeja  $A_b$  para calcular el volumen de escurrimiento a la salida de la cuenca, lo cual conduce a la siguiente expresión:

$$A_b = (V_{ll} + Rt + B + V_{man}) - (Et + In + Inter + Uc + f)$$

El valor que resulto de despejar esta fórmula fue de 245,95 hm<sup>3</sup> y teniendo en cuenta que los valores de  $Rt$ ,  $Uc$  y  $f$  son igual a 0 el cual se muestra en el cuadro 23.

**Cuadro 23. Resumen mensual y anual de los componentes más importantes del balance hídrico para cuenca alta del río Caldera (hm<sup>3</sup>).**

PROP	CONCEPTO	MESES SECOS				MESES HÚMEDOS								TOTAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
	Lámina mensual de lluvia (metros)	0,123	0,054	0,062	0,108	0,367	0,351	0,277	0,347	0,469	0,514	0,317	0,197	3,19
1,00	Lluvia ( $V_{ll}$ )	17,55	7,69	8,84	15,39	52,47	50,18	39,54	49,65	67,13	73,54	45,33	28,14	455,46
0,05	Intercepción por la vegetación ( $Inter$ )	0,88	0,38	0,44	0,77	2,62	2,51	1,98	2,48	3,36	3,68	2,27	1,41	22,77
0,05	Infiltración somera ( $In_s$ )	0,88	0,38	0,44	0,77	2,62	2,51	1,98	2,48	3,36	3,68	2,27	1,41	22,77
0,05	Infiltración profunda ( $In_p$ )	0,88	0,38	0,44	0,77	2,62	2,51	1,98	2,48	3,36	3,68	2,27	1,41	22,77
0,34	Evapotranspiración ( $Et$ )	5,97	2,62	3,01	5,23	17,84	17,06	13,44	16,88	22,82	25,00	15,41	9,57	154,85
0,01	Bombeo del acuífero ( $B$ )	0,18	0,08	0,09	0,15	0,52	0,50	0,40	0,50	0,67	0,74	0,45	0,28	4,55
0,02	Manantiales ( $V_{man}$ )	0,35	0,15	0,18	0,31	1,05	1,00	0,79	0,99	1,34	1,47	0,91	0,56	9,11
0,51	Escurrimiento superficial: remanente ( $A_b$ )	9,48	4,15	4,78	8,31	28,34	27,10	21,35	26,81	36,25	39,71	24,48	15,19	245,95
1,00	Disponibilidad: proporción del escurrimiento superficial	9,48	4,15	4,78	8,31	28,34	27,10	21,35	26,81	36,25	39,71	24,48	15,19	245,95

**4.2.2.3 Resultados del balance hídrico en la cuenca alta del río Caldera**

Generalmente se menciona que la parte Oeste del país, y en la costa del Pacífico, es la más abundante en recursos hídricos; de hecho, la vertiente del Pacífico concentra una significativa proporción de los mismos (FAO 2008, UNESCO 2007). Esto es cierto, desde el punto de vista de la disponibilidad oferta hídrica, pero la evaluación de la demanda ha sido un tanto cualitativa y subjetiva; hace falta la parte cuantitativa, a la cual este estudio pretende aportar una estimación preliminar.

De acuerdo con la información disponible, y a los criterios y metodologías explicados y aplicados, el resumen de la oferta hídrica para la cuenca alta del río Caldera se presenta en la cuadro 24.

Los diversos componentes del cuadro 24 expresan los valores estimados, según lo explicado en líneas anteriores. Los que aparecen en ceros, unos son muy pequeños (como el de *otros usos, los dispersos*) y los demás significan que no son significativos en el balance, en las actuales condiciones, pero que, eventualmente, en la medida en que se tenga mayor información y/o esos conceptos adquieran relevancia, por ejemplo, al aumentar la demanda, deberán incluirse, a efecto de mejorar los resultados y que el balance sea más preciso. Así entonces, la combinación de las entradas y salidas, a nivel de cuenca y su balance.

**Cuadro 24. Resumen del balance hídrico para la cuenca alta del río Caldera (hm<sup>3</sup>).**

	CONCEPTO	MESES SECOS				MESES HÚMEDOS								TOTAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
<b>ENTRADAS</b>	Lluvia en la cuenca ( $V_n$ )	17,55	7,69	8,84	15,39	52,47	50,18	39,54	49,65	67,13	73,54	45,33	28,14	455,46
	Retornos ( $R_i$ )	31,85	31,79	31,78	31,78	37,19	37,04	37,04	37,04	37,04	37,04	37,04	37,04	423,65
	Bombeo ( $B$ )	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Manantiales ( $V_{man}$ )	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Importación ( $I$ )	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>Suma</b>	<b>49,40</b>	<b>39,48</b>	<b>40,63</b>	<b>47,17</b>	<b>89,66</b>	<b>87,22</b>	<b>76,58</b>	<b>86,69</b>	<b>104,16</b>	<b>110,58</b>	<b>82,37</b>	<b>65,17</b>	<b>879,11</b>
<b>SALIDAS</b>	Evapotranspiración ( $E_i$ )	5,97	2,62	3,01	5,23	17,84	17,06	13,44	16,88	22,82	25,00	15,41	9,57	154,85
	Infiltración Superficial ( $In_s$ )	0,88	0,38	0,44	0,77	2,62	2,51	1,98	2,48	3,36	3,68	2,27	1,41	22,77
	Infiltración Profunda ( $In_p$ )	0,88	0,38	0,44	0,77	2,62	2,51	1,98	2,48	3,36	3,68	2,27	1,41	22,77
	Intercepción ( $Inter$ )	0,88	0,38	0,44	0,77	2,62	2,51	1,98	2,48	3,36	3,68	2,27	1,41	22,77
	<b>Suma</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>26</b>	<b>25</b>	<b>19</b>	<b>24</b>	<b>33</b>	<b>36</b>	<b>22</b>	<b>14</b>	<b>223,17</b>
	Concesiones ANAM ( $Uc$ )	35	35	35	35	38	38	38	38	38	38	38	38	444,78
	Fugas sistemas Urbanos (30%) ( $f$ )	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	MIDA pecuario	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,45
	MIDA agrícola	0,23	0,13	0,13	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59
	MINSA	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,14
	Otros usos: dispersos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
	Exportación	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>Suma</b>	<b>35,18</b>	<b>35,08</b>	<b>35,08</b>	<b>35,06</b>	<b>38,20</b>	<b>38,20</b>	<b>38,20</b>	<b>38,20</b>	<b>38,20</b>	<b>38,20</b>	<b>38,20</b>	<b>38,20</b>	<b>445,97</b>
	<b>Suma</b>	<b>43,78</b>	<b>38,85</b>	<b>39,41</b>	<b>42,60</b>	<b>63,91</b>	<b>62,79</b>	<b>57,57</b>	<b>62,53</b>	<b>71,09</b>	<b>74,23</b>	<b>60,41</b>	<b>51,98</b>	<b>669,14</b>
	Uso ambiental	0,37	0,36	0,36	0,36	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	3,01
<b>Suma total demanda</b>	<b>44,14</b>	<b>39,20</b>	<b>39,77</b>	<b>42,96</b>	<b>64,10</b>	<b>62,98</b>	<b>57,76</b>	<b>62,72</b>	<b>71,28</b>	<b>74,42</b>	<b>60,60</b>	<b>52,17</b>	<b>672,15</b>	
<b>Balance</b>	<b>5,26</b>	<b>0,27</b>	<b>0,85</b>	<b>4,21</b>	<b>25,56</b>	<b>24,2</b>	<b>18,8</b>	<b>24,0</b>	<b>32,9</b>	<b>36,2</b>	<b>21,8</b>	<b>13,0</b>	<b>206,95</b>	
Disponibilidad Relativa = (Entradas/ Salidas * 100)	111,91	100,69	102,14	109,79	139,87	138,5	132,6	138,2	146,1	148,6	135,9	124,9	130,79	

De acuerdo con estos resultados, en febrero y marzo existe prácticamente un balance entre entradas y salidas. Las demandas actuales en la cuenca alta son del todo en su mayoría satisfechas. También en esta subcuenca en los mes más húmedos, hay importantes volúmenes excedentes, lo que le confiere a la cuenca un carácter de disponibilidad alta, aunque sin llegar a la abundancia. Bajo estos conceptos y enfoques, las descargas al mar

ocurren prácticamente todos los meses, dado que, la oferta supera ampliamente a la demanda.

En complemento, se tiene que la oferta potencial de agua equivale a la suma del escurrimiento total a la salida de la cuenca, más los usos demandados (concesionados o registrados), más el volumen ambiental, más las fugas en el sistema, si las hay. Así, para este caso, la oferta potencial es (la aproximación es por los decimales):

$$\text{Oferta potencial} = \text{Estur. Aguas Abajo} + \text{Uso demanda} + \text{Uso ambiental} + \text{Fugas}$$

$$\text{Oferta potencial} = 206,95 \text{ (Balance)} + 445,97 \text{ (Uc)} + 3,01 \text{ (Uso ambiental)} = 655,9 \text{ hm}^3$$

Por otra parte, la demanda total es la suma de lo concesionado (demanda total para usos), más el volumen para uso ambiental, más las fugas, si las hay, es decir:

$$\text{Demanda total} = \text{Usos demanda} + \text{Uso ambiental} + \text{Fugas}$$

$$\text{Demanda total} = 445,97 + 3,01 = 448,98 \text{ hm}^3$$

Calculando la relación *oferta potencial/demanda total*, según el criterio de la *NOM (Norma oficial mexicana) 011 (CNA 2002)*, se tiene que:

$\text{Oferta potencial} / \text{Demanda total} = 655,86 / 448,98 = 1,46$  el cual es un indicador de que en la cuenca, al ser mayor la oferta que la demanda anualizadas, hay cierto grado de excedentes hídricos.

En forma gráfica, la Figura 20 muestra estos resultados del balance mensual, como se observa, de enero a marzo oferta y demanda son similares, aunque la oferta supera ligeramente a la demanda en la mayoría de los meses. Debido a la incertidumbre en el acontecer natural del ciclo hidrológico, de un año a otro puede haber variaciones significativas en el balance hídrico para el mismo mes, pero en general estas variaciones tienden a compensarse en el tiempo, es decir, si un mes resultó poco lluvioso, es probable que el siguiente compense el faltante. Por esta razón, el balance se hace con valores mensuales *medios*, tanto de la oferta como de la demanda. En complemento, los índices anuales, como el *IDR* y el coeficiente de escurrimiento (*CE*) que se presenta a continuación, pretenden expresar el comportamiento visto desde esta escala de tiempo.

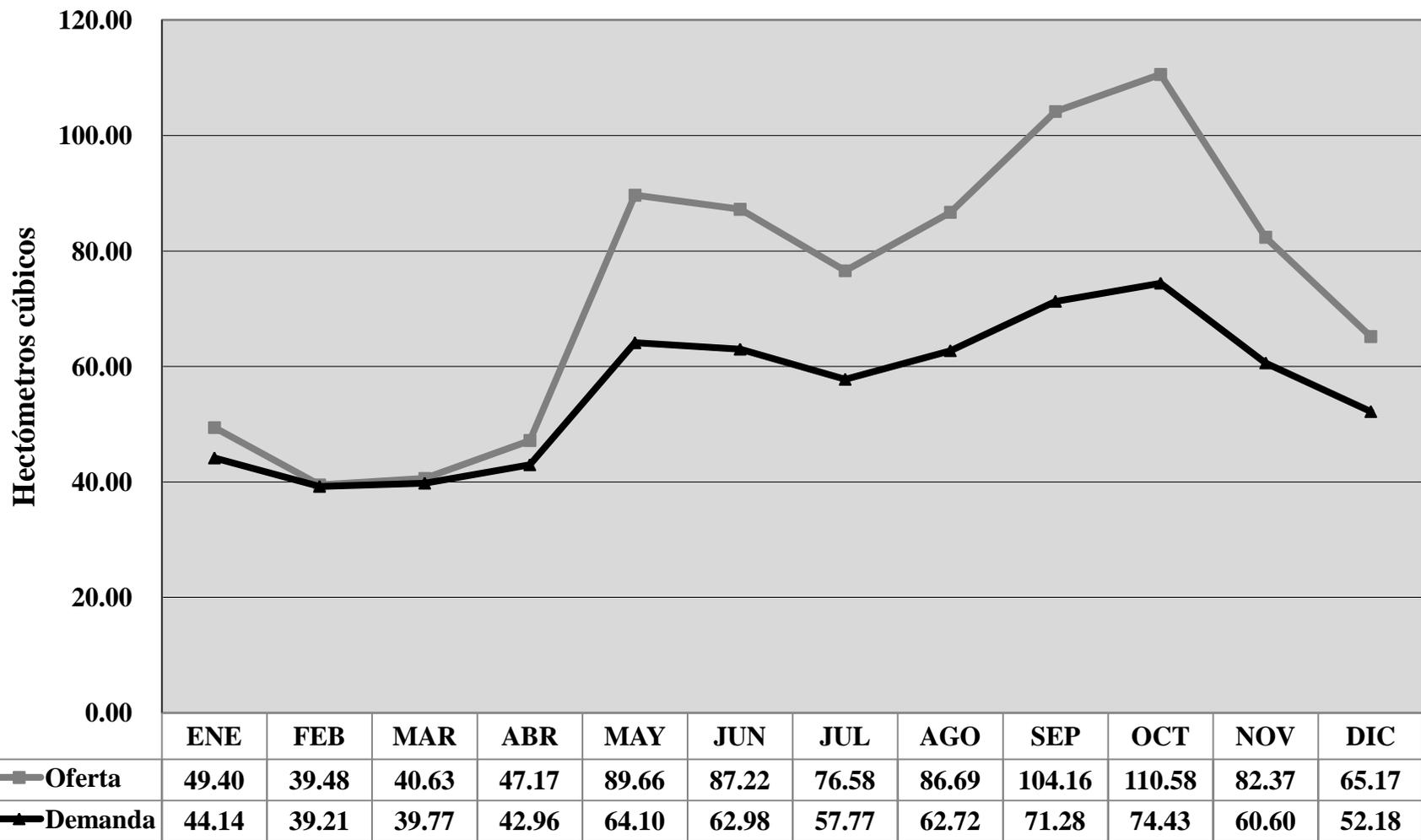


Figura 20. Representación gráfica de los resultados del balance hídrico mensual en la cuenca alta de río Caldera.

#### 4.2.2.4 Disponibilidad de agua en la cuenca alta del río Caldera

En México se utiliza el Índice de Disponibilidad Relativa (*IDR*), para caracterizar el grado de estrés hídrico. Este índice se expresa de la siguiente manera:

$$IDR = \frac{Cp + Ar}{Uc + Vc + CA}$$

Donde:

*Cp* = es el escurrimiento natural o “virgen” por cuenta propia, es decir, el volumen que fluye en los cauces, después de descontar a la lluvia los demás componentes del ciclo hidrológico (infiltración, evapotranspiración, manantiales, aguas subterráneas, exportaciones, etc.; equivale al último renglón de valores de la cuadro 24).

*Ar* = volumen que ingresa a la cuenca desde otra cuenca aguas arriba; en este caso, no hay o se estima que es despreciable.

*Uc* = demanda neta (usos consuntivos + usos no consuntivos - retornos).

*Vc* = volumen comprometido para usarse en una cuenca aguas abajo.

*CA* = caudal ambiental de la cuenca.

Los valores y rangos convencionales del *IDR* según la *NOM (Norma oficial Mexicana)* son los siguientes:

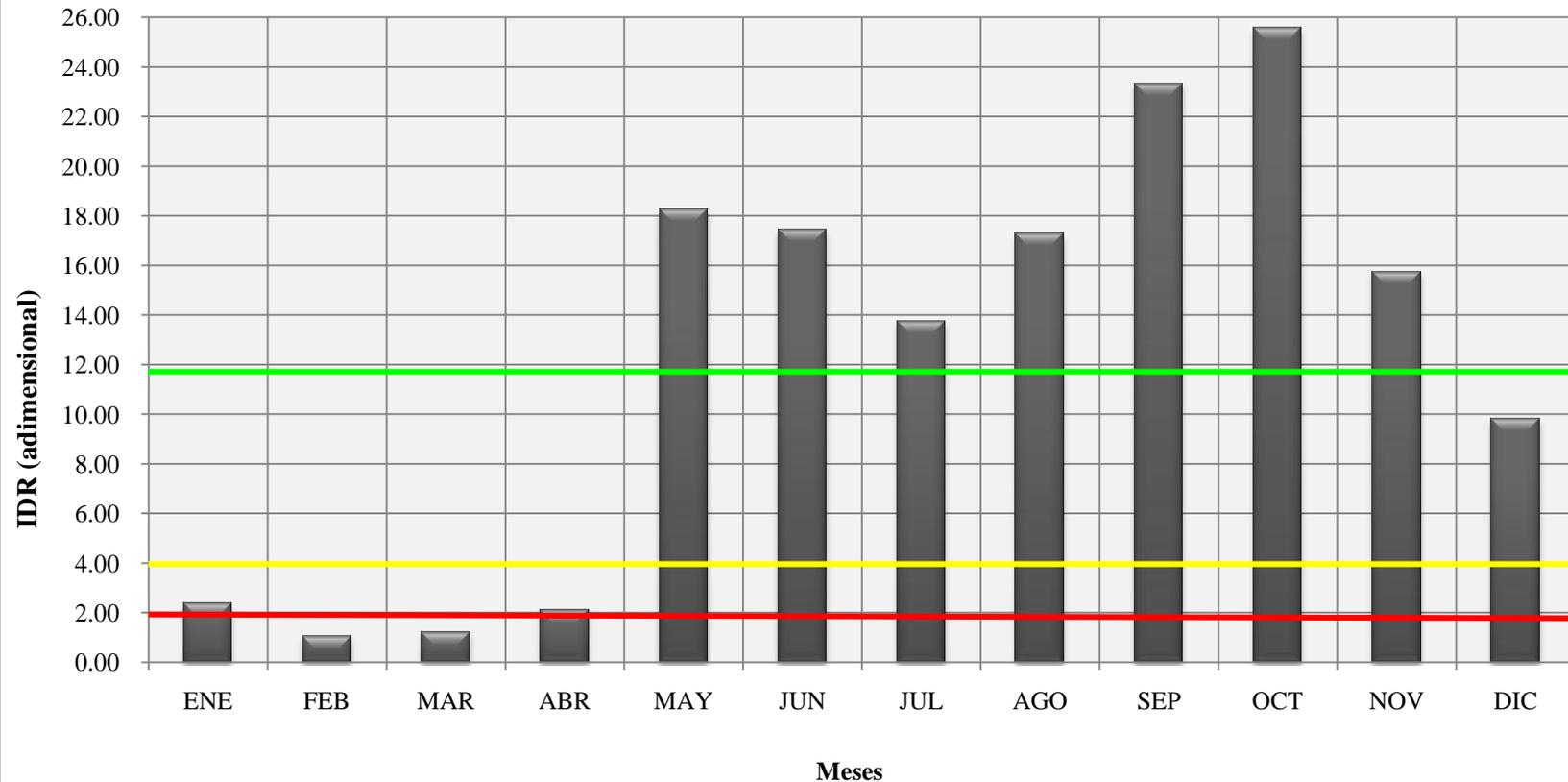
<b><i>IDR</i> &lt; 1,40 → situación deficitaria</b>
<b>1,40 &lt; <i>IDR</i> &lt; 3,00 → situación de equilibrio</b>
<b>3,00 &lt; <i>IDR</i> &lt; 9,00 → situación de disponibilidad</b>
<b><i>IDR</i> &gt; 9,00 → situación de abundancia</b>

La cuadro 25 muestra los valores *IDR* para cada uno de los meses y anual de la cuenca, mientras que la Figura 21 muestra estos resultados en forma gráfica. Se evidencia que la cuenca alta del río Caldera, solamente presenta un pequeño déficit en los meses de febrero y marzo. (Temporada seca) mientras que en los demás meses existe equilibrio o disponibilidad y en algunos meses hasta una amplia abundancia de agua.

**Cuadro 25. Valores de *IDR* mensuales y anual para la cuenca alta del río Caldera.**

CONCEPTO	MESES SECOS				MESES HÚMEDOS								TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
<i>ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD</i>	2,34	1,04	1,19	2,08	18,24	17,44	13,74	17,25	23,33	25,56	15,76	9,78	8,64

## Índice de disponibilidad relativa mensual



**Figura 21.** Valores mensuales del IDR para la cuenca alta del río Caldera. Se aprecia que enero a diciembre la gran mayoría de los meses tienen condiciones de “equilibrio” a “abundancia”, mientras que los meses de febrero y marzo muestran un pequeño déficit, también muestra que el mes de abril muestra condiciones de “disponibilidad” y el resto de los meses tienen “abundancia”.

De acuerdo con estos resultados, la cuenca alta del río Caldera está en situación de disponibilidad, con capacidad para la concesión de más volumen, como es de esperarse, dada la tendencia de la demanda. Si las lluvias disminuyeran, como una consecuencia directa del cambio y/o variación climática, la subcuenca aún tiene capacidad para absorber esos cambios, aunque es probable que en los meses secos pueda haber algún ligero déficit. De hecho, futuros aprovechamientos y concesiones deben tomar en consideración que, a pesar de haber disponibilidad, los meses del periodo seco pueden presentar cierto déficit, lo que podría restringir los usos y crear algún conflicto.

La oferta, aunque pueda experimentar variaciones en el tiempo, es de preverse que se mantenga bastante constante. No ocurre lo mismo con la demanda, ya que el crecimiento económico y demográfico impone cada vez mayores requerimientos de agua y una mayor diversificación en su uso. Esto podría generar conflictos, tanto entre usuarios como entre usos, así como de aumentar la degradación, tanto del agua como del entorno en general. Aunque la subcuenca presenta condiciones favorables para el crecimiento de la demanda, los nuevos usos y volúmenes que se otorguen, deben conciliarse con el balance, a fin de que en los meses secos no se generen problemas de escasez de agua.

Para apreciar más objetivamente estos resultados, es usual presentarlos en gráficos en colores convencionales, que dan una buena percepción general del balance anualizado; así, los colores usados son: rojo, amarillo, verde y azul, correspondientes respectivamente a los valores convencionales del *IDR* mostrados anteriormente. Esto es lo que se conoce como los “planos semáforo”, en alusión al nivel de riesgo que representan en cuanto a la disponibilidad relativa del agua. Por ende, a esta cuenca le corresponde el color verde, o sea, disponibilidad.

Un indicador adicional, cuya valoración en el tiempo resulta de utilidad para apreciar el comportamiento de la subcuenca es el llamado coeficiente de escurrimiento *CE* (CNA 2002), dado por la relación entre el escurrimiento a la salida de la subcuenca y el volumen de lluvia, es decir:

$$CE = A_b/V_{ll} = 206,95 / 455,56 = 0,4542$$

lo cual significa que del volumen anual llovido, alrededor del 45% sale a las demás subcuencas y por consiguiente al mar.

Resumiendo estos resultados, en el cuadro 26 se presentan los valores relevantes del balance, en términos anualizados, los cuales muestran los principales parámetros calculados,

con los que se tiene una visión más objetiva y dimensionada de la realidad de la subcuenca con relación al agua.

**Cuadro 26. Resumen anual del balance y disponibilidad cuenca alta río Caldera**

<b>CONCEPTO</b>	<b>VALOR</b>
Oferta potencial	<b>655,93 hm<sup>3</sup>/año</b>
Demanda total	<b>448,98 hm<sup>3</sup>/año</b>
Volumen reservado a la salida del cauce principal	<b>206,95 hm<sup>3</sup>/año</b>
Disponibilidad de la cuenca alta	<b>206,95 hm<sup>3</sup>/año</b>
Índice de disponibilidad relativa	<b>8,64</b>
Estatus de la cuenca según el valor convencional del <i>IDR</i>	<b>Disponibilidad</b>
Color convencional correspondiente al <i>IDR</i>	<b>Verde</b>
Coefficiente de escurrimiento superficial	<b>45,42%</b>

Un balance de esta naturaleza, por sus propias características, no es estático; cualquier variación en sus componentes tiene una repercusión en los resultados. Esas componentes pueden variar porque se mejoren los métodos de estimación, porque se tenga información más actual o precisa, o por la corrección de supuestos erróneos o inciertos.

En cualquier caso, la actualización periódica del balance, por ejemplo, entre tres y cinco años, permitirá a su vez actualizar la disponibilidad del agua, mejorar la gestión de la misma, y en consecuencia, avanzar hacia la sustentabilidad ambiental.

Cabe mencionar que en la demanda, los valores más altos corresponden a las concesiones de ANAM, y dentro de estos, los hidroeléctricos; los demás componentes (MIDA, MINSA, Municipio, etc), aun siendo algunos de ellos más prioritarios (como los usos domésticos), representan en general valores relativamente pequeños.

También conviene tener presente que la subcuenca no es homogénea: la parte más alta es más accidentada y montañosa, es en general más fresca y presenta mayor precipitación, por lo que el estrés hídrico es mucho menor, además tiene menor demanda. En contraste, en la parte baja de la subcuenca, las características geológicas y edafológicas pueden hacer más desventajosa la disponibilidad del agua, por las altas tasas de evapotranspiración, lo permeable

del suelo, los tipos de cultivos y otros factores asociados, que podrían llevar, incluso, a algún tipo de conflicto por disponibilidad del recurso.

### **4.2.3 Objetivo 3. Determinar la situación actual de algunos componentes de la gobernanza y la gestión del agua en la cuenca alta del río Caldera.**

#### **4.2.3.1 Identificación y caracterización de los actores relacionados con la gestión del agua en la cuenca alta del río Caldera**

En la cuenca alta del río Caldera predominan una cantidad considerable de actores que trabajan con intereses ambientales dentro del área de estudio. Los mismos forman parte de organizaciones o de comités de la comunidad, que tienen entre sus funciones, la conservación de los recursos naturales existentes en la subcuenca. Además se cuenta con la presencia de entidades, gubernamentales, privadas y de organismos no gubernamentales (ONG), con intereses ambientalistas.

Por ello, parte del presente estudio se dedicó a realizar la identificación de actores, que de manera directa e indirecta, se involucran en la gestión de recursos hídricos en la subcuenca, clasificándolos en dos categorías: institucionales y organizacionales (cuadros 27 y 28).

**Cuadro 27. Principales actores institucionales relacionados con la gestión del recurso hídrico en la cuenca alta del río Caldera.**

Sector	Entidad /Organización	Función en la subcuenca
<b>INSTITUCIONALES</b>	<b>ANAM</b>	Promover la conservación de los recursos naturales y el ambiente, incluyendo el agua.
	<b>MIDA</b>	Promover, mediante la extensión, buenas prácticas de producción agrícola y pecuaria, entre ellas prácticas de manejo y conservación de aguas.
	<b>IDIAP</b>	Validar investigación que ayude a que los sistemas de producción sean más eficientes.
	<b>MINSA</b>	Velar por la salud de la población, incluyendo calidad de agua.
	<b>Gobierno Local (alcalde, representantes, corregidor)</b>	Gestionar proyectos comunitarios, implementar y hacer cumplir las leyes a nivel municipal y garantizar el abastecimiento de agua para consumo humano en el distrito de Boquete.
	<b>SINAPROC</b>	Institución de Estado encargada con la atención de emergencia y amenaza a desastres naturales en Panamá.
	<b>Cuerpo de Bomberos</b>	Organismo del Estado con alto nivel de reconocimiento por la población; su interés es la protección a la comunidad en situaciones de emergencia.
	<b>UNIVERSIDAD DE PANAMÁ</b>	Se encarga de la formación de profesionales en el área agrícola y ambiental, además de la investigación dentro y fuera de la provincia.
	<b>UNACHI</b>	Universidad semiautónoma, se encarga de formación e investigación dentro de la provincia de Chiriquí.
	<b>MOP</b>	Este ministerio se encarga de rehabilitación vial dentro de Panamá y de atender las obras públicas y de interés social.
	<b>MIVI</b>	Es la institución rectora, promotora y facilitadora de la planificación regional del desarrollo urbano en las diferentes comunidades urbanas y rurales.
	<b>ATP</b>	Es la autoridad competente para designar el uso de las aguas recreativas en Panamá.
	<b>MEDUCA</b>	Se encarga de formación de estudiantes con un sistema educativo de la más alta calidad y eficacia debidamente institucionalizado, sostenible en el tiempo y ampliamente apoyado por la sociedad dentro de la República de Panamá.

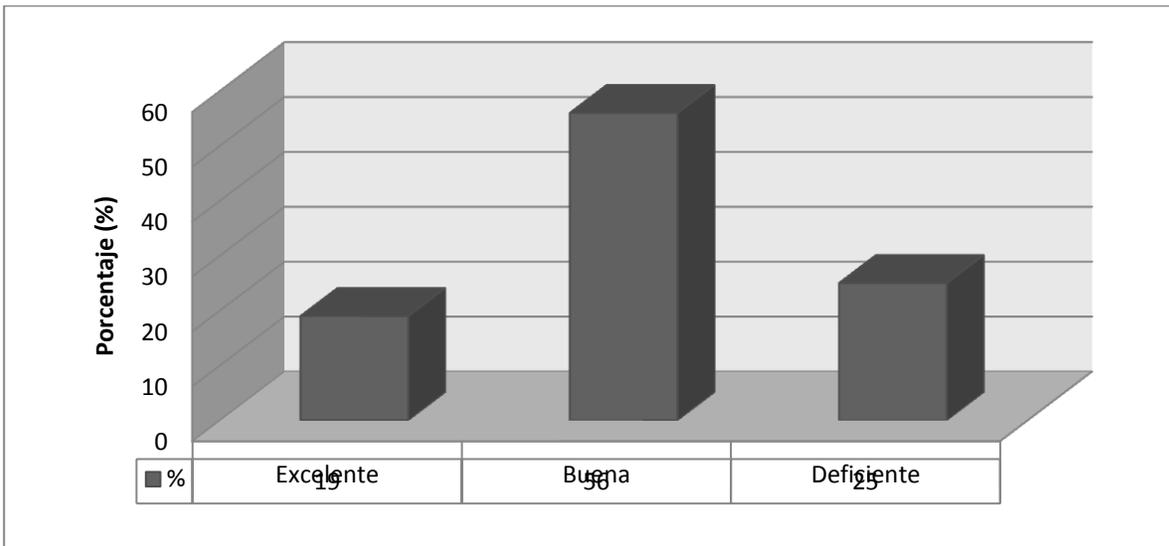
**Cuadro 28. Principales actores organizacionales relacionados con la gestión del recurso hídrico en la cuenca alta del río Caldera.**

Sector	Entidad /Organización	Función en la subcuenca
<b>ORGANIZACIONALES (NO GUBERNAMENTALES)</b>	<b>CATHALAC</b>	Es un organismo internacional al servicio de la región de los trópicos húmedos de América Latina y el Caribe. Tiene como propósito, promover el desarrollo sostenible, por medio de la investigación aplicada y desarrollo, la educación y la transferencia de tecnología sobre los recursos hídricos y el ambiente.
	<b>Fundación Natura</b>	Organismo no gubernamental interesado en gestionar proyectos de conservación de la naturaleza y el medio ambiente, entre ellos de cuencas y recurso hídrico.
	<b>Fundación Vida Salud y Ambiente y Paz (FUNDAVISAP)</b>	Esta organización se dedica a desarrollo de planes y estrategias que armonicen las actividades productivas de zonas fértiles en áreas frágiles bajo el esquema de manejo integral de los recursos naturales de cuencas hidrográficas.
	<b>Asociación para el Desarrollo Integral de Boquete (ADIB)</b>	Es una organización no gubernamental, sin fines de lucro con acción en el distrito de Boquete y cuyo principal objetivo es el desarrollo integral de manera sostenible.
	<b>Asociación para la Conservación de la Biosfera (ACB)</b>	Organismo no gubernamental que se dedica al desarrollo de y conservación de los recursos naturales existentes en el distrito de Boquete.
	<b>Asociación de Productores de Papa y Cebolla / La productora</b>	Asociación de productores de papa y cebolla que se dedica a la comercialización de diferentes rubros agropecuarios dentro del área de estudio.
	<b>Asociación de Usuarios de Riego del Río Caldera</b>	Asociación de usuario del sistema de riego por gravedad más grande dentro del área de estudio, se dedica al manejo y buen funcionamiento del sistema.
	<b>Asociación de Cafés Especiales de Panamá</b>	Asociación enfocada a los productores de cafés especiales de la provincia de Chiriquí.
	<b>Asociación Nacional de Beneficiarios y Exportadores de Café</b>	Asociación existente en la cuenca, enfocada hacia el fortalecimiento de todo el sector cafetalero del país, incluyendo cafés de altura.
	<b>Odebrech</b>	Empresa privada que se encarga de la rehabilitación del cauce del río Caldera, en sectores donde se concentra la mayor parte de la población el distrito, para evitar riesgos a inundaciones.
	<b>The Nature Conservancy Panamá (TNC)</b>	Es una organización líder en la conservación que trabajan en todo el mundo para proteger las tierras y aguas ecológicamente importantes para la naturaleza y las personas. En la actualidad se encuentran trabajando en la conservación del parque internacional la Amistad, ubicado en la parte alta de la cuenca.
	<b>AES Panamá</b>	Empresa privada que se encarga del manejo de la hidroeléctrica más grande dentro del área de estudio.
	<b>Iglesia</b>	Es una institución de carácter religioso que dentro de subcuenca participa energicamente en las actividades ambientales del área de estudio.
<b>ACADESI</b>	Es una organización ambiental dentro del distrito, que se encarga protección del medio ambiente y lucha contra los embalsamientos de ríos, dentro de la provincia.	

#### 4.2.3.1.1 Caracterización de los actores de la cuenca alta del río Caldera y su percepción con respecto a la situación actual de la gestión del agua.

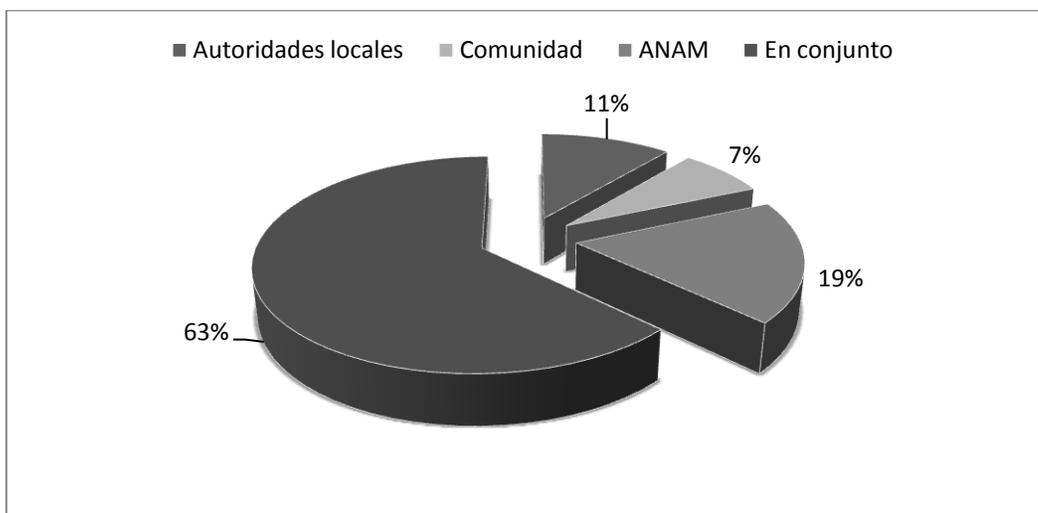
Para el desarrollo de parte de este objetivo, como se indicó en la metodología, se requirió conocer las percepciones de los actores institucionales y ONG que tiene que ver con la gestión de recursos hídricos en el área de estudio, pero dentro de la fase de campo se pudo percibir que existen actores institucionales y ONG que juegan un papel importante en el área desde el punto de vista integral.

La figura 22 muestra la percepción de los actores sobre la situación de la gestión del agua en la cuenca alta del río Caldera; un 56% considera que es buena, mientras 25% la consideran deficiente.



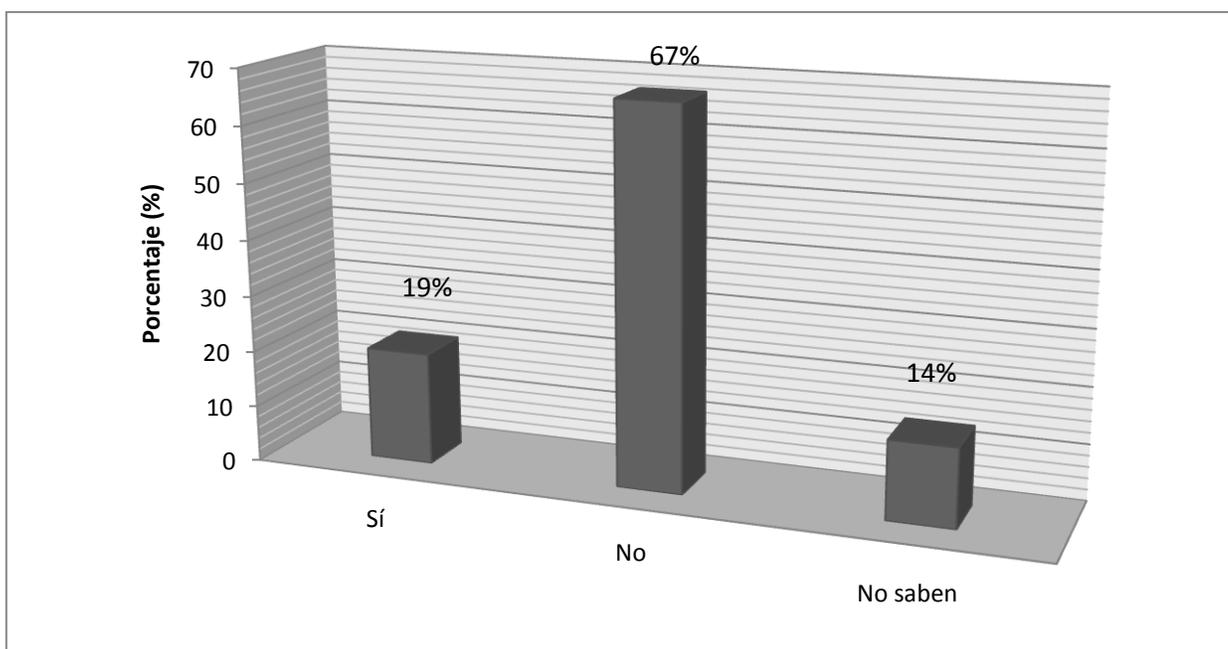
**Figura 22. Percepción de los actores presentes en la parte alta de la subcuenca del río Caldera referente a la situación actual en la gestión del agua.**

Con respecto a quiénes toman las decisiones en la gestión del agua en la subcuenca (figura 23), los resultados indican que el 19% opina que las decisiones las toma la Autoridad Nacional de Ambiente, 11% opina que las decisiones las toma las autoridades locales y 7% opina que las decisiones las toman la comunidad. En general, las decisiones sobre la gestión del agua para diversos usos generan una percepción favorable, ya que 63% opina que quienes toman las decisiones y quienes más participa son todas las organizaciones en conjunto, y por ende, existe una mayor participación de la comunidad.



**Figura 23. Percepción de los actores presentes en la cuenca alta del río Caldera referente a la toma de decisiones en la gestión del agua.**

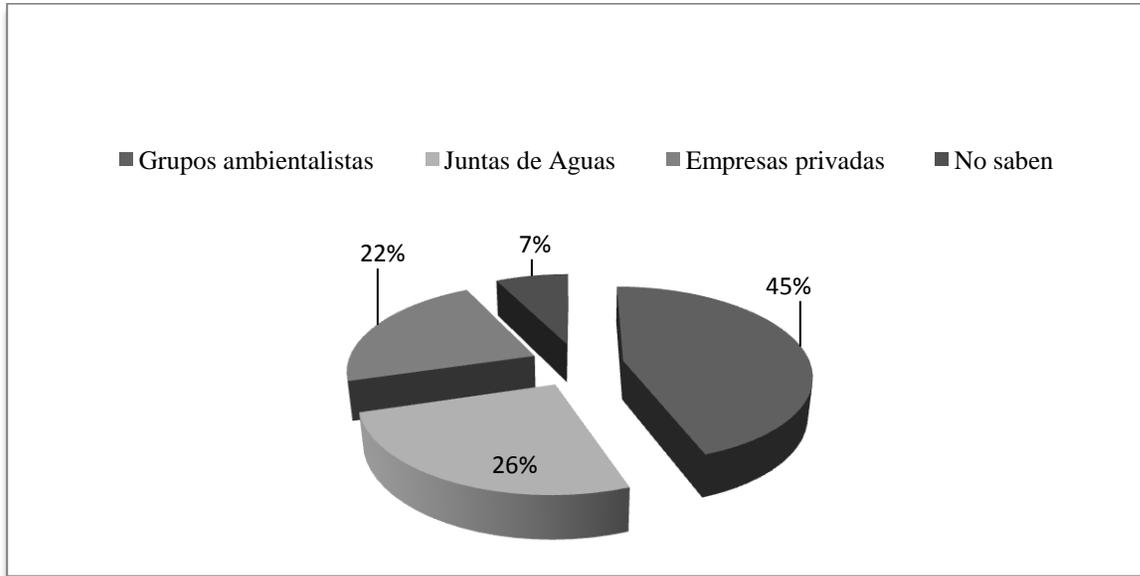
La figura 24 muestra la opinión de los actores claves presentes en la zona de estudio referente a la existencia o evidencia de centralización en la gestión de agua; la mayoría (67%) considera que no existe centralización.



**Figura 24. Percepción de los actores en la cuenca alta del río Caldera referente a la existencia o evidencia centralización en la gestión del agua.**

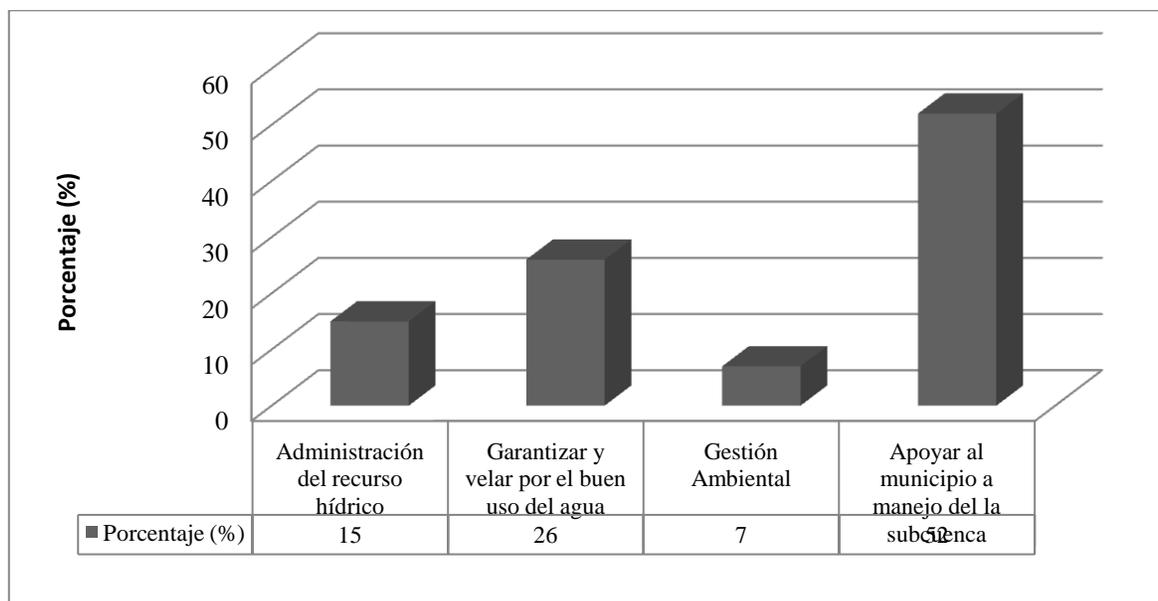
#### 4.2.3.1.2 Percepción con respecto a la existencia organizaciones locales, comunitarias, adicionales a los entes estatales que velan por el uso, manejo y gestión del agua.

Los actores locales reconocen mayoritariamente a los grupos ambientalistas (45%) como las organizaciones no gubernamentales que más se preocupa por el agua en la cuenca alta del río Caldera; le siguen las juntas de agua y las empresas privadas (figura 25).



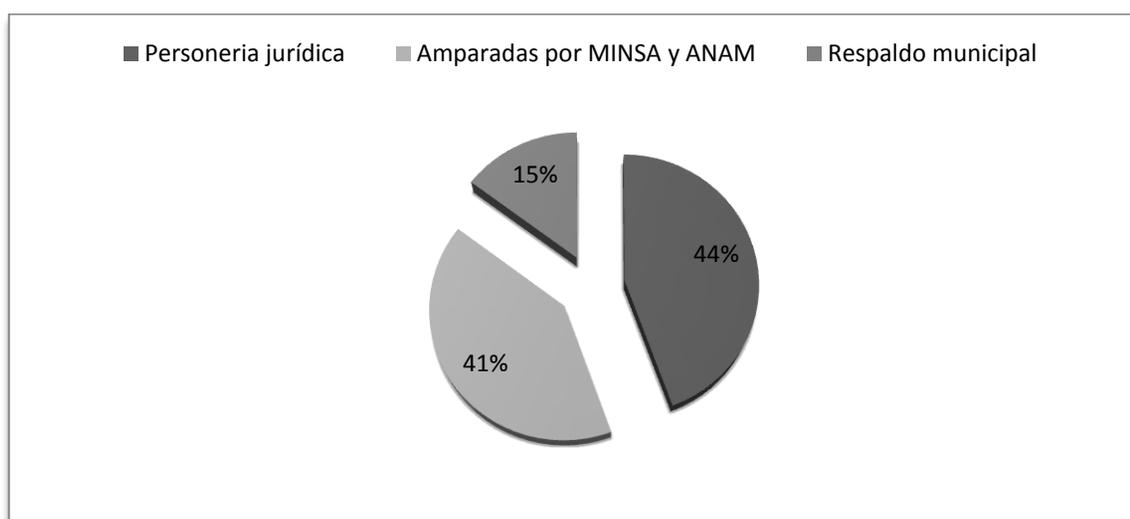
**Figura 25. Percepción de los actores en la cuenca alta del río Caldera referente a organizaciones no gubernamentales que velan por la gestión del recurso hídrico.**

Con respecto a la percepción de los actores referente a las funciones de ONG's y empresas privadas en la gestión del agua en la subcuenca, la mayoría de ellos (52%) considera que su principal papel es de apoyar al municipio en las labores de manejo de la subcuenca (figura 26).



**Figura 26. Percepción de los actores en la cuenca alta del río Caldera referente a las funciones de ONG y empresas privadas en la gestión del agua.**

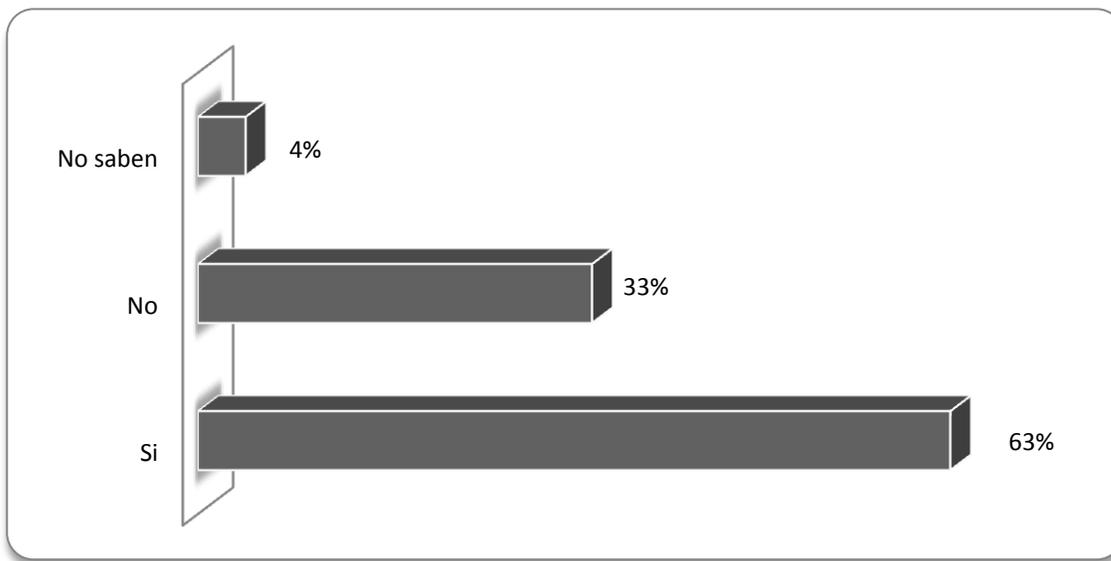
En lo referente al respaldo legal de ONG y empresas privadas relacionadas con la gestión del agua en la cuenca alta del río Caldera (figura 27), el 44% de los actores respondió que cuentan con personería jurídica, 41% que son amparadas por ANAM y MINSa y 15% que cuentan con el respaldo municipal. En lo referente a respaldo legal tienen y cómo se estructuran y se organizan internamente, el 89% contestó que todas estas organizaciones cuentan con junta directiva y cuenta con personería jurídica.



**Figura 27. Percepción de los actores en la cuenca alta del río Caldera referente al respaldo legal de ONG y empresas privadas relacionadas con la gestión del agua.**

#### 4.2.3.1.3 Percepción de los actores presentes cuenca alta del río Caldera con respecto a la existencia de estudios sobre la oferta y la demanda actual y proyectada de agua para diferentes usos, así como de calidad de agua.

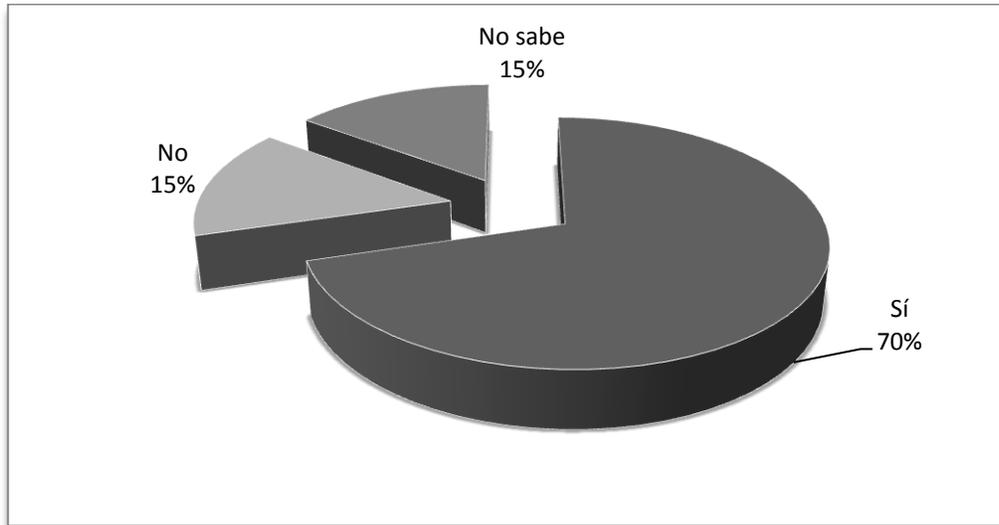
La mayoría de los actores (63%) conoce la existencia de un estudio actualizado para la cuenca del río Chiriquí, el cual menciona aspectos tales como agua para consumo humano y otros usos en la cuenca e incluye algunos acápites sobre la planificación de corto y mediano plazo, del recurso existente en la cuenca. Dicho estudio fue realizado por el IMTA, en el marco de la elaboración del Plan de GIRH para las cuencas de mayor importancia en Panamá. Sin embargo, el 33% de las personas entrevistadas desconocen de estudios de oferta y demanda de agua (Figura 28).



**Figura 28. Percepción de los actores en la cuenca alta del río Caldera referente a la existencia e los estudios de oferta y demanda actual y proyectada para diferentes usos.**

Con respecto a si en la subcuenca existen análisis frecuentes de calidad de agua, el Departamento de Calidad Ambiental de ANAM tiene dicha información, ellos cuentan con una base de datos de todos los puntos de muestreos de agua por cuenca, a nivel nacional. Estos muestreos se realizan dos veces por año, uno en temporada seca y otra en temporada lluviosa. Los parámetros que se monitorean son: DBO, DQO, turbiedad, temperatura, pH, fosfatos, nitratos, sólidos suspendidos y coliformes totales.

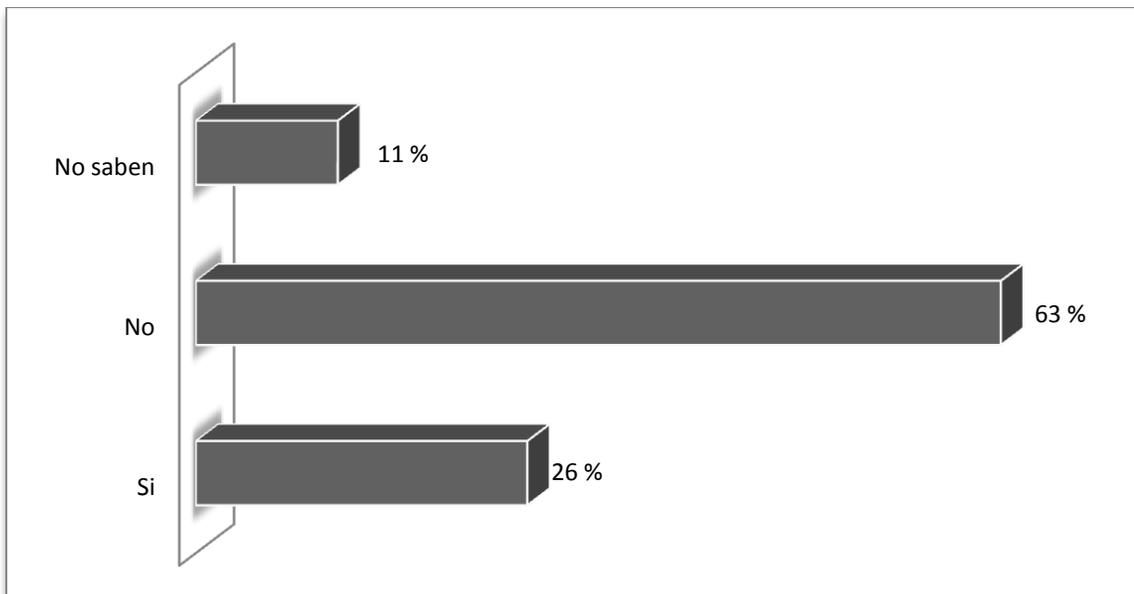
El 70% de los actores tiene conocimiento de la existencia de dichos estudios, el 15% de los participantes opinó que no existen, y el 15% desconoce si se realizan análisis de agua (Figura 29).



**Figura 29.** Percepción de los actores en la cuenca alta del río Caldera referente a la realización de análisis frecuentes de calidad de agua.

**4.2.3.1.4 Percepción de los actores presentes cuenca alta del río Caldera con respecto a la existencia de Responsabilidad Empresarial Ambiental (REA) o Responsabilidad Social Ambiental (RSA) en la gestión del agua en la subcuenca.**

De los actores entrevistados, 63% opinan que no existen REA ni RSA en la gestión del agua, 26 % opinan que sí existen y 11% no tiene conocimiento del tema (figura 30).

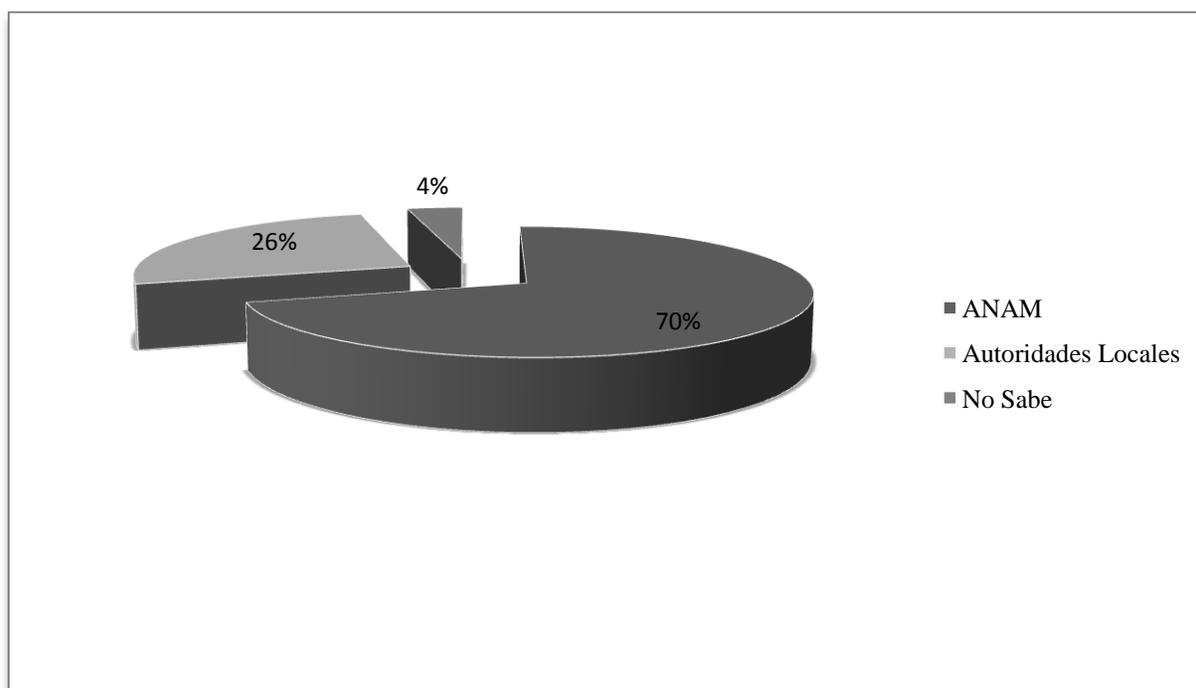


**Figura 30.** Percepción de los actores en la cuenca alta del río Caldera referente a la existencia de REA o RSA en la gestión de agua.

En relación con las empresas que practican la REA y RSA, los actores que tienen conocimiento opinaron que las únicas empresas privadas que lo practican, en cierto modo, son las empresas hidroeléctricas que han realizado algunas acciones para la conservación de la cuenca. En lo referente a qué acciones concretas existen en la cuenca, las empresas realizan reforestaciones en las partes más altas de la cuenca, charlas de educación ambiental en los centros educativos y reparación de los mismos, así como incentivos para las acciones de conservación. El propósito que ellos persiguen es asegurar el recurso hídrico para la generación de energía hidroeléctrica, el cumplimiento de regulaciones existentes y colaboración con el ambiente.

#### 4.2.3.1.5 Percepción de los actores presentes cuenca alta del río Caldera con respecto a cómo se manejan los conflictos por el uso del agua.

El 70% de los actores indicaron que los conflictos se manejan por medio de la Autoridad Nacional de Ambiente (ANAM), el 26% opinan que los conflictos los manejan las autoridades locales (Municipio) y un 4% no saben (Figura 31).



**Figura 31. Percepción de los actores en la cuenca alta del río Caldera referente a cómo manejan los conflictos por el uso del agua.**

#### **4.2.3.1.6 Relacionamiento entre actores de la gestión del agua en la cuenca alta del río Caldera.**

Las redes sociales se entienden como un grupo de individuos o actores que en forma agrupada o individual, se relaciona con otros actores con un fin específico, caracterizado principalmente por la existencia de flujos de información. Dentro del relacionamiento se pueden distinguir muchos o pocos actores que se encuentran interrelacionados entre sí (Velázquez y Aguilar 2005).

Para la realización de esta parte del tercer objetivo se aplicaron entrevistas semi-estructuradas a los actores claves presentes en el área de estudio, a fin de conocer su percepción sobre el grado de relacionamiento interinstitucional y el accionar entre ellos y mediante la aplicación de la metodología de análisis de redes sociales (ARS). Se determinó la interrelación entre los actores, en la gestión de los recursos hídricos en la cuenca alta del río Caldera.

La cuenca alta en estudio, por su ubicación, es un territorio estratégico para la provincia de Chiriquí y para el país; es por esto, el interés en el mismo, de diferentes organismos, tanto a nivel nacional como internacional. Existe gran número de instituciones privadas, gubernamentales y ONG con incidencia en área de estudio; sin embargo, para efectos de esta investigación, se consideraron las organizaciones que tienen que ver directamente con la gestión de los recursos hídricos en la cuenca alta, ya que interesa conocer el grado de relacionamiento, conexión, participación y coordinación entre los actores claves presentes. Para la realización de este objetivo de entrevistaron a 27 personas, quienes representaban a diversas organizaciones de tipos gubernamentales y organizacionales. Los principales intercambios o relacionamiento que se presentan en la red son:

La ANAM, Gobierno Local, MINSA, MEDUCA y diferentes ONG realizan intercambios de doble vía en la planificación y ejecución de la feria del agua que se realiza en el mes de junio; este evento nació debido a la importancia que siente la comunidad por el recurso hídrico. En esta feria han participado casi todas las juntas administradoras de agua y el objetivo es involucrar a la comunidad y las autoridades locales en la protección y conservación de la calidad de las aguas que se presentan en cada corregimiento perteneciente a la subcuenca.

El MINSA tiene intercambios de doble vía con la Alcaldía y ONG ambientalistas, en el tema de la gestión de los recursos hídricos en todas las comunidades que se encuentran en la

parte alta y que utilizan acueductos rurales para el abastecimiento de agua potable. Los intercambios son en la realización de campañas de cloración de agua para consumo humano.

ANAM, CATHALAC y FUNDAVISAP ejercen también relaciones de doble vía en el tema de gestión y financiamiento de proyectos agroambientales y de generación de energía renovables que ya existen en la cuenca alta del río Caldera. La estrategia de intervención de estos proyectos radica en la implementación de obras de conservación y protección del agua, además de la instalación de fuentes de producción de energía limpia de bajo impacto ambiental.

ADIB tiene intercambios de tipo bidireccional con UNACHI, Universidad de Panamá, Municipio, Fundación Natura, USAID y TNC; dicha relación consiste en implementación de acciones mediante programas y proyectos que establecen conjuntamente enfocados en desarrollo sostenible del distrito de Boquete, el ambiente, recursos hídricos, servicios ambientales, análisis para PSEH, gestión de riesgos y seguridad alimentaria.

El MIDA e IDIAP tienen relaciones de tipo bidireccional con las universidades presentes (UNACHI y Universidad de Panamá) en el tema de capacitación y fortalecimiento de capacidades en proyectos de investigación y producción, así como en factores edafoclimáticos que inciden en la producción de los principales cultivos de la subcuenca, tomando en cuenta la parte de conservación de suelos y aguas.

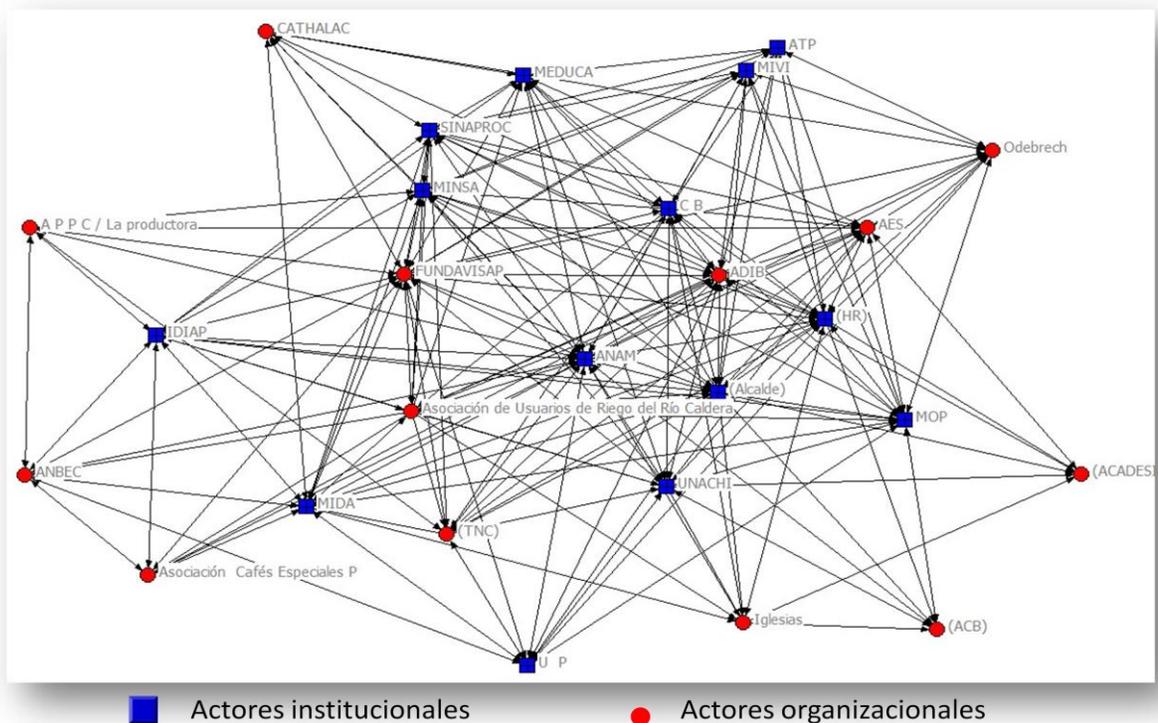
FUNDAVISAP, Alcaldía de Boquete, Universidad de Panamá y UNACHI tienen relaciones de doble vía en la elaboración perfiles de proyectos para el establecimiento de un plan de manejo integral de los recursos naturales de la cuenca del río Caldera. La estrategia se basa, principalmente, en la capacitación de los diferentes actores en el fortalecimiento de capacidades y de gestión financiera de proyectos ambientales, enfocados en la gestión de recursos hídricos.

La ANAM tiene intercambios bidireccionales y unidireccionales con la mayoría de los actores (con un 95% de las instituciones y organizaciones contactadas para el estudio). Con ellas mantiene relaciones de capacitación, planificación y financiamiento en la gestión de recursos hídricos en la cuenca del río Chiriquí, mediante el proyecto “Restauración de la cuenca del río Chiriquí”. Este proyecto tiene como principal objetivo desarrollar e implementar acciones y programas de restauración integrada en la cuenca, para contribuir en la producción hídrica, en calidad y cantidad, para la población y las actividades productivas presentes en la cuenca.

También, se percibió durante la realización de las entrevistas con los 27 actores, que existe algunas organizaciones e instituciones que se destacan por su participación activa (como es el caso de ANAM, ADIB, FUNDAVISAP, Gobierno local, MIDA y MINSA) en la coordinación de actividades y programas en beneficio de la gestión de los recursos hídricos.

La figura 32 muestra la red de intercambios totales entre los actores de la cuenca alta del río Caldera.

Se observa que la red tiene un nivel medio de conectividad de los actores que la conforman, con una cantidad considerable de actores centrales dentro de la red. A continuación se describen los indicadores de la misma.



**Figura 32. Red de relacionamiento total entre las entidades y organizaciones presentes en la cuenca alta del río Caldera.**

### **Densidad de la red de actores**

La densidad indica el porcentaje de conectividad que tiene la red en conjunto y se expresa en porcentaje para cada nodo o como porcentaje total para la red, lo que representa la densidad media de la red (Velázquez y Aguilar 2005). También se define como el cociente entre el número de relaciones existentes y las posibles.

El índice de densidad media de relacionamiento de los actores en la cuenca alta es de 50,57% (cuadro 29), valor que se puede considerar medio, según la escala cualitativa establecida por García (2010). Esto indica que son necesarios mayores esfuerzos para lograr integración de los actores en actividades de capacitación, financiamiento y gestión financiera para la gestión del recurso hídrico en el área de estudio.

En lo referente a los actores presentes en la red, los resultados indican que la ANAM es el actor que tiene la mayor conectividad en la subcuenca, en un 46,15% y destacándose como el actor clave. Los otros actores con mayor conectividad en la red son FUNDAVISAP y ADIB, con índice de densidad de 42,31% para ambos. ACB y ACADESI son los actores con menor grado de conectividad a la red, con 15,38%.

**Cuadro 29. Densidad de los actores y de la red total para los actores relacionados con la gestión de recursos hídricos en cuenca alta del río Caldera.**

Organizaciones o Instituciones	No. de relaciones existentes	No. de relaciones posibles	Densidad (%)
ANAM	24	52	46,15
FUNDAVISAP	22	52	42,31
ADIB	22	52	42,31
Gobierno Local (Alcalde)	18	52	34,62
Gobierno Local (HR)	17	52	32,69
SINAPROC	17	52	32,69
MIDA	16	52	30,77
AES Panamá	14	52	26,92
Cuerpo de Bomberos	15	52	28,85
MINSA	13	52	25,00
IDIAP	13	52	25,00
UNACHI	12	52	23,08
MOP	12	52	23,08
Asociación de Usuarios de Riego del Río Caldera	11	52	21,15
MEDUCA	11	52	21,15
Odebrech	11	52	21,15
The Nature Conservancy Panamá (TNC)	11	52	21,15
UNIVERSIDAD DE PANAMÁ	11	52	21,15
MIVI	11	52	21,15
ATP	10	52	19,23
CATHALAC	10	52	19,23
Asociación Nacional de Beneficiarios y Exportadores de Café (ANTE)	10	52	19,23
Iglesias	10	52	19,23
Asociación de Productores de Papa y Cebolla	9	52	17,31
Asociación de Cafés Especiales de Panamá	9	52	17,31
Asociación para la Conservación de la Biosfera (ACB)	8	52	15,38
(ACADESI)	8	52	15,38
<b>Total red</b>	<b>355</b>	<b>702</b>	<b>50,57</b>

### **Grado de centralidad en la red de actores**

La centralidad representa el número de actores a los cuales un actor está directamente unido (Velázquez y Aguilar 2005) y refleja la capacidad del actor para acceder al resto de los actores y su actividad social. El grado de centralidad, como se muestra en el cuadro 30, para los actores de la cuenca alta del río Caldera, presenta a la ANAM como el actor con mayor centralidad, el que ejerce mayor liderazgo, poder y que goza de mayor prestigio dentro de esta red, con 42 relaciones iniciadas por la misma institución (53,85%) y 38 relaciones recibidas o establecidas por iniciativas de otros actores (48,72%); le sigue la Alcaldía que tiene 44,8% de relaciones iniciadas y recibidas. Entonces se puede indicar que ANAM y la Alcaldía son los actores principales que gozan de reconocimiento y prestigio entre los otros actores presentes en esta red y muestran mejor capacidad de acceder al resto de los actores. Los actores que tienen el menor número de relaciones iniciadas y recibidas son ACB y ACADESI, con 5,1% y 6,4%, respectivamente, de relaciones iniciadas. Es recomendable que ANAM, FUNDAVISAP y la Alcaldía promuevan liderazgo y mayor participación de los otros actores, para fortalecer alianzas y esfuerzos conjuntos y colaborativos para el fortalecimiento de capacidades, en el tema de la gestión de recursos hídricos en la cuenca alta.

Otro aspecto importante que se puede observar en el cuadro 30, es que el Alcalde tiene un papel relevante dentro de la subcuenca, esto se debe a que por ley, está muy ligado a la coordinación e implementación de acciones de diferentes tipos, a nivel local. Sin embargo, los que dirigen las diferentes entidades deben tener mucho tacto para coordinar y facilitar el intercambio entre los actores presentes, ya que un mal entendido puede conducir a fracasos y retrasos o pérdidas de proyectos y programas importantes, de interés para la comunidad (Orozco 2006).

**Cuadro 30. Grado de centralidad para los actores relacionados con la gestión de recursos hídricos en cuenca alta del río Caldera.**

Organizaciones o Instituciones	Relaciones Iniciadas		Relaciones Recibidas	
	Nº	%	Nº	%
ANAM	42	53,85	38	48,72
Gobierno Local (Alcalde)	35	44,87	31	39,74
FUNDAVISAP	33	42,31	35	44,87
Gobierno Local (HR)	32	41,03	28	35,90
ADIB	30	38,46	30	38,46
Cuerpo de Bomberos	25	32,05	21	26,92
SINAPROC	25	32,05	25	32,05
MINSA	25	32,05	21	26,92
MIDA	23	29,49	25	32,05
IDIAP	21	26,92	19	24,36
Asociación de Usuarios de Riego del Río Caldera	20	25,64	16	20,51
UNACHI	20	25,64	19	24,36
MOP	18	25,64	19	24,36
Odebrech	16	25,64	17	21,80
AES Panamá	16	23,08	21	26,92
MEDUCA	13	20,51	18	23,08
The Nature Conservancy Panamá (TNC)	11	14,10	15	19,23
ATP	11	14,10	11	14,10
UNIVERSIDAD DE PANAMÁ	11	14,10	12	15,39
MIVI	11	14,10	13	16,67
CATHALAC	11	14,10	12	15,39
Asociación Nacional de Beneficiarios y Exportadores de Café (ANTE)	10	12,82	12	15,39
Asociación de Cafés Especiales de Panamá	9	11,54	11	14,10
Iglesias	8	10,26	10	12,82
Asociación de Productores de Papa y Cebolla	8	10,26	7	8,97
ACADESI	5	6,41	6	7,69
Asociación para la Conservación de la Biosfera (ACB)	4	5,13	6	7,69

### Grado de centralización de la red de actores

De acuerdo con Orozco (2006), la centralización es una condición especial en la que un actor ejerce un papel claramente central, al estar conectado con todos los actores, los cuales necesitan pasar por este actor para conectarse entre ellos; también indica el grado de conectividad de la red. El grado de centralización de la red de actores, como se muestra en el cuadro 31 y la figura 32 indica que existen varios actores que ejercen el rol central en la cuenca alta.

La red total presenta un porcentaje de centralización de salida (papel de central reconocido por otros actores) de 31,36% y de entrada (papel central reconocido por la propia institución) de 26,04%. Esto coincide con Orellana (2010) que señala, que los resultados que poseen valores por debajo del 50%, significan que la red está bien conectada y se encuentra lejos de comportarse como una estrella. Esta condición también indica la existencia de más de un actor central, lo cual genera mayor confianza que si solo se contara con un solo actor y el peso de la red recayera sobre ese autor central.

**Cuadro 31. Grado de centralización para los actores relacionados con la gestión de recursos hídricos en cuenca alta del río Caldera.**

<i>Red</i>	<i>Papel central auto reconocido en %</i>	<i>Papel central reconocido por otros actores en (%)</i>
	<b>31,36</b>	<b>26,04</b>

### **Grado de intermediación**

Según Velázquez y Aguilar (2005), la intermediación es la posibilidad que tiene un nodo o actor para intermediar las comunicaciones entre pares de nodos; su importancia radica en la cualificación de un actor de la red en poder servir de puente entre dos nodos que no tienen contacto entre si. El grado de intermediación en la red total de actores de la cuenca alta (cuadro 32), muestra que ANAM es el actor que tiene mayor grado de intermediación, (11,03%), lo cual le confiere mayor poder de controlar los canales de comunicación, aunque no se debe perder de vista que es muy bajo. Le siguen FUNDAVISAP con 7,03% de intermediación y la Alcaldía con 4,94%. Los actores en la red que tienen los grados de intermediación más bajos por ejemplo ACADESI y ACB, no son actores puentes, lo que indica que no tienen poder suficiente de controlar los flujos de comunicación óptimos entre actores en este aspecto.

**Cuadro 32. Grado de intermediación para los actores relacionados con la gestión de recursos hídricos en cuenca alta del río Caldera.**

Organizaciones o Instituciones	N°	%
ANAM	71,71	11,03
FUNDAVISAP	47,61	7,32
Gobierno Local(Alcalde)	32,08	4,94
ADIB	30,68	4,72
Gobierno Local (HR)	23,55	3,62
MIDA	20,22	3,11
UNACHI	20,05	3,09
MOP	18,89	2,91
AES Panamá	15,42	2,37
Cuerpo de Bomberos	13,56	2,09
IDIAP	12,64	1,95
SINAPROC	12,28	1,89
MINSA	10,76	1,66
Asociación de Usuarios de Riego del Río Caldera	9,40	1,45
Odebrech	7,68	1,18
UNIVERSIDAD DE PANAMÁ	5,70	0,88
MEDUCA	5,66	0,87
The Nature Conservancy Panamá (TNC)	4,97	0,77
Iglesias	3,82	0,59
Asociación de Productores de Papa y Cebolla	3,15	0,49
Asociación Nacional de Beneficiadores y Exportadores de Café (ANTE)	2,34	0,36
CATHALAC	2,02	0,31
MIVI	1,55	0,24
ATP	1,16	0,18
Asociación de Cafés Especiales de Panamá	1,07	0,17
(ACADESI)	1,07	0,17
Asociación para la Conservación de la Biosfera (ACB)	0,95	0,15

### Grado de cercanía

El grado de cercanía representa la capacidad de un actor para alcanzar a otros actores en la red. En este indicador influye mucho a qué tipo de actor está conectado en la red; con solo hecho de estar conectado, uno de baja conexión a uno de alta, puede tener mayor cercanía (CIAT 2006).

El grado de cercanía se puede calcular con UCINET en matrices simétricas, en este caso de la matriz total de la red de gestión del recurso hídrico no es 100% simétrica, pero tiene más de 97% de aproximación de simetría; entonces se eliminaron de la matriz unas relaciones unidireccionales y entonces a partir de este ajuste, se calculó el grado de cercanía. El cuadro 33 muestra que el actor con mejor capacidad de enlazarse con todos los actores en la red es el ANAM (86,6), seguido por FUNDAVISAP y ADIB con un grado de cercanía de (83,87) y

(74,28), respectivamente. Los actores que tienen el grado menor de cercanía para alcanzar a todos los otros actores en la red total, en la cuenca alta del río Caldera, son ACB y ACADESI con 56,5% y 54,1%, respectivamente.

**Cuadro 33. Grado de cercanía para los actores relacionados con la gestión de recursos hídricos en cuenca alta del río Caldera.**

Organizaciones o Instituciones	Grado Cercanía
ANAM	86,67
FUNDAVISAP	83,87
ADIB	74,29
Gobierno Local(Alcalde)	72,22
Gobierno Local (HR)	72,,22
SINAPROC	70,27
MOP	70,27
MIDA	70,27
AES Panamá	68,42
IDIAP	66,67
MINSA	66,67
Cuerpo de Bomberos	66,67
MEDUCA	65,00
UNACHI	65,00
Asociación de Usuarios de Riego del Río Caldera	65,00
The Nature Conservancy Panamá (TNC)	63,42
Odebrech	63,42
MIVI	61,91
UNIVERSIDAD DE PANAMÁ	61,91
ATP	59,09
Iglesias	59,09
Asociación de Cafés Especiales de Panamá	57,78
Asociación Nacional de Beneficiadores y Exportadores de Café (ANTE)	57,78
CATHALAC	57,78
Asociación de Productores de Papa y Cebolla / La productora	57,78
Asociación para la Conservación de la Biosfera (ACB)	56,52
ACADESI	54,17

#### 4.2.3.1.7 Análisis FODA sobre la gestión del recurso hídrico en la cuenca alta del río Caldera.

El cuadro 44 muestra los resultados de las principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas identificadas para la gestión del recurso hídrico en la zona de estudio.

De acuerdo al IPN (2002), las fortalezas se definen como la parte positiva de la gestión de recursos hídricos en la cuenca alta, es decir son los beneficios que son capaces de brindar al área de estudio y que se reflejan en ventaja en comparación con otras subcuencas y que son productos de los esfuerzos y acertadas decisiones tomadas en algún momento en referente a los recursos hídricos. Entre las fortalezas existentes en el área de estudio se tiene la representación de organizaciones con experiencia en el tema de conservación, buena disponibilidad de agua y la existencia de dos aéreas protegidas de importancia para la provincia de Chiriquí como para el país.

Las oportunidades son las características y capacidades internas de la organización que le han permitido llegar al nivel actual de éxito y lo que le distingue de otros grupos organizados. La organización tiene control sobre ellas y son relevantes (Thompson y Strikland 1998). En cuanto a las oportunidades se cuenta con número considerable de instituciones y organizaciones interesadas en desarrollar capacidades, proyectos y brindar apoyo para hacer cambiar la mentalidad de los pobladores acerca de la protección de los recursos naturales.

Según IPN (2002) las debilidades son el caso contrario de las fortalezas y su principal características es de afectar en forma negativa y directa el desempeño de la gestión de los recursos hídricos en la subcuenca. Las debilidades pueden ser corregidas mediante acciones correctivas a tiempo. En la subcuenca existen varias debilidades entre las cuales está la falta de estrategias de coordinación por parte de las autoridades locales, en lo referente a la aplicación y cumplimiento de las leyes existe duplicidad de funciones de las instituciones y una marcada debilidad en la planificación y en la toma de decisiones de las entidades gubernamentales existentes en el área de estudio.

Las amenazas son aquellas situaciones que presenta el entorno externo a la organización, que se pueden controlar pero también pueden afectar desfavorablemente y en forma relevante (Glagovsky 2002). También puede ser un elemento que lleve a una crisis de la gestión del agua y así mismo las amenazas puede fungir como contrapesos a las oportunidades que se encuentran entorno de la gestión de los recursos hídricos existentes y puede afectar negativamente esta, para que estas no afecten negativamente se deben tomar las acciones necesarias para que no interrumpan el funcionamiento de la buena gestión de los recursos hídricos en la subcuenca. En lo referente a las amenazas existentes en la parte alta, destacan una actitud negativa por la conservación del recurso agua, ya que consideran que el recurso es abundante, además los actores opinan que las leyes son muy flexibles. También existe

fragilidad institucional por falta de inversión por parte del gobierno en la conservación de los recursos hídricos.

**Cuadro 34. Principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en la gestión de recursos hídricos en la cuenca alta del río Caldera.**

<b>F</b>	<b>FORTALEZAS</b>	Representación de grupos organizados con experiencia en la conservación de los recursos naturales.
		Buena disponibilidad de agua en la mayoría de meses del año.
		La existencia de dos parques (aéreas protegidas) en la cuenca alta, uno nacional y otro internacional.
		Suficientes fuentes de aguas subterráneas y superficiales con buena disponibilidad en la subcuenca.
<b>O</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>	Presencia de instituciones y organizaciones nacionales e internacionales interesadas en la desarrollar capacidades de las comunidades de la subcuenca.
		Presencia de proyectos orientados en la conservación de los recursos naturales de la subcuenca.
		Apoyo recibido de organismos internacionales y nacionales como la CATHALAC, Fundación Natura, TNC y CI.
		Presencia de gran cantidad de agencias de entidades del gobierno en la subcuenca.
		Voluntad de la población en cambiar de mentalidad con respecto a la protección de los recursos naturales de la subcuenca.
<b>D</b>	<b>DEBILIDADES</b>	Falta de responsabilidad de las autoridades locales en el cumplimiento de las leyes que mejoren el estado del recurso agua cuenca alta.
		Falta de estrategias de coordinación y voluntad institucional/municipal.
		Falta de una conocimientos hídrica de los actores locales y algunos externos.
		Planificación y toma de decisiones centralizadas a nivel de las entidades gubernamentales.
		Duplicidad de funciones entre las entidades con injerencia en la subcuenca.
<b>A</b>	<b>AMENAZAS</b>	Actitud de negativa por la conservación de las fuentes de agua de parte de la comunidad de la parte alta.
		Falta de credibilidad de los productores interesados en conservar las fuentes de agua, porque las leyes carecen de flexibilidad.
		Fragilidad institucional, se pierde continuidad de los proyectos cada 5 años, se da la falta de monitoreo, seguimiento de los proyectos implementados.
		Sistemas de producción agropecuaria ineficientes dentro de la cuenca.
		Contaminación de aguas superficiales por escorrentía superficial.
		Escasa inversión gubernamental en la conservación recurso hídrico que brinda la cuenca.

#### 4.2.4 Objetivo 4: *Determinar si existen las condiciones para el establecimiento de un esquema de Pago por Servicio Ecosistémico Hídrico (PSEH) en la cuenca alta del río Caldera.*

Para el desarrollo de este objetivo se empleó la metodología de la guía de diagnóstico rápido (DR) para el desarrollo de esquemas de pago por servicios ecosistémicos hídricos, elaborada por Alpízar y Mercado (2006) para el PNUD. La misma fue adaptada y mejorada para aplicarse en subcuencas y microcuencas por Huerta (2008). La guía está enfocada a actores claves que tienen conocimiento del en el área de estudio como: oferentes de servicios ecosistémicos hídricos, representantes de instituciones de la subcuenca que tienen que ver con el manejo y protección de los recursos hídricos y posibles beneficiarios de servicios ecosistémicos hídricos, en este caso, pertenecientes a la cuenca alta del río Caldera.

La metodología consistió en recopilar la información requerida por medio de entrevistas semiestructuradas, a los informantes claves antes mencionados, según la guía de Diagnóstico Rápido (DR). La información fue tabulada y analizada por cada componente, criterios e indicadores. Luego se procedió a calificar cada indicador en la respuesta a sus verificadores, mediante la escala establecida según Alpízar (2006) como se observa en el cuadro 35. Asimismo se estableció si las condiciones existentes en la subcuenca son propicias, neutrales, con restricciones u obstáculos o con restricciones insalvables para la puesta en marcha de un esquema de PSEH cuenca alta del río Caldera.

**Cuadro 35. Escala de calificación de los indicadores.**

Calificación	Evaluación
3	Condición <b>muy propicia</b> para el desarrollo de un esquema de PSE.
2	Condición <b>neutral</b> para el desarrollo de un esquema de PSE, requiere trabajo.
1	Condición implica una <b>restricción u obstáculo</b> para el desarrollo de un esquema de PSE sostenible.
0	Sin un cambio, la condición implica <b>restricción insalvable</b> para el desarrollo de un esquema de PSE bajo la situación actual. Es una condicionalidad que define a los indicadores críticos.

Fuente: Alpízar et ál. 2006

Los resultados por componente (oferta de SE hídrico, gobernabilidad, institucionalidad y demanda de SE hídrico) se obtuvieron del promedio de los indicadores individuales sobre el número de indicadores del componente, siempre y cuando ningún indicador crítico haya sido calificado con “0”, caso contrario la calificación global del componente será “0”, mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$CC = \frac{\sum_{i=0}^n Ci}{n} \quad Si \quad Ci \neq 0$$

Donde:

*CC*: Calificación promedio por componente

*Ci*: Calificación por cada indicador *i* (componente y criterio)

*n*: Total de indicadores por componente evaluado

Asimismo, se obtuvo el promedio global de las calificaciones por componente (*CG*), que resulta de la sumatoria total de calificaciones de los indicadores (*CT*) entre el número total de indicadores (*n*) consideradas en la guía.

$$CG = \frac{\sum_{i=0}^n CTi}{n} \quad Si \quad Ci \neq 0$$

Donde:

*CG*: Promedio Global por componente

*CT*: Sumatoria de las calificaciones totales de los componentes

*n*: Total de indicadores por componente evaluado

En último lugar, se procedió al cálculo del valor porcentual que representa la calificación de la condición por componente y su condición global con respecto a la máxima calificación de cada uno de los indicadores ( $C_{\text{máxi}} = 3$ ), por medio de la aplicación de las siguientes fórmulas:

❖ **Porcentaje de la calificación de la condición por componente:**

$$CC(\%) = \frac{\sum_{i=0}^n CTi}{n * C_{\text{max } i}} * 100$$

❖ **Porcentaje de la calificación global:**

$$CG(\%) = \frac{\sum_{i=0}^n CTi}{n * C_{\text{max } i}} * 100$$

En el Cuadro 36, se muestran los resultados obtenidos en la aplicación de la guía de diagnóstico rápido (DR) aplicada a oferentes, beneficiarios y representantes de instituciones que tienen conocimiento de los recursos hídricos en la cuenca alta del río Caldera.

**Cuadro 36. Resultados obtenidos de la aplicación de la guía de diagnóstico rápido en la cuenca alta del río Caldera.**

<i>Componente</i>	<i>Criterio</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Calificación (0,1,2 o 3)</i>	<i>Porcentaje (%)</i>
<b>1. Condiciones de oferta de SE hídrico</b>			<b>2,43</b>	<b>80,95%</b>
*	1.1.1.	SE hídrico específico valorada como escaso	3	
	1.2.1.	Estado de las áreas de protección y recarga de acuíferos en la cuenca	3	
	1.2.2.	Actividades productivas agropecuarias y forestales con buenas prácticas	2	
	1.2.3.	Uso apropiado de agroquímicos	2	
	1.2.4.	Erosión de los suelos y arrastre de sedimentos	2	
	1.2.5.	Expansión urbana, infraestructura vial y minería	2	
*	1.3.1.	Balance hídrico	3	
	1.3.2.	Cantidad de agua en las fuentes y nivel de protección	2	
	1.3.3.	Usos del agua por sectores que influyen en la calidad y cantidad	2	
	1.4.1.	Calidad de agua en las principales fuentes	3	
*	1.5.1.	Cobertura del servicio de agua para consumo actual	2	
	1.5.2.	Cobertura de otros servicios en base a fuente hídrica	3	
	1.6.1.	Manifestaciones formales o informales de insatisfacción por los servicios públicos	2	
	1.7.1.	Voluntad de los oferentes para la protección y mayor oferta de SE-hídrico	3	
<b>2. Condiciones de gobernabilidad</b>			<b>2,43</b>	<b>80,95%</b>
	2.1.1.	Plan de desarrollo local con visión estratégica que sirve de marco a un esquema de PSE	2	
*	2.2.1.	Instituciones públicas o organizaciones reconocidas por su liderazgo a nivel local	3	
*	2.2.2.	Organizaciones locales que promueven el desarrollo y la gestión hídrica	2	
*	2.3.1.	Relaciones constructivas entre el gobierno local, organizaciones sociales y sector privado (capital social)	2	
	2.3.2.	Marco legal en materia de recurso hídrico	3	
	2.4.1.	Capacidad de gestión de recursos financieros y predisposición de asignación recursos para PSE-hídrico	3	
*	2.5.1.	Instancias de participación ciudadana en la localidad con incidencia en los asuntos públicos	2	
<b>3. Marco institucional</b>			<b>2,38</b>	<b>79,17%</b>
	3.1.1.	Viabilidad del espacio de intervención para el esquema de PSE	3	
*	3.2.1.	Agencias a nivel local con el reconocimiento y aceptación necesarios para administrar un esquema de PSE	2	
*	3.3.1.	Capacidades de planeación y operatividad de las instituciones locales	2	
*	3.4.1.	Seguridad en los derechos de propiedad de la tierra prestadoras SE	3	
	3.4.2.	Mecanismos viables para la compensación a los proveedores	2	
	3.4.3.	Instrumentos de gestión de recursos naturales operativas	2	
	3.5.1.	Instituciones que administran el sistema de cobro por recursos hídricos	3	
	3.5.2.	Eficiencia del sistema de cobro actual	2	
<b>4. Condiciones de demanda de SE hídrico</b>			<b>2,38</b>	<b>79,17%</b>
	4.1.1.	Potenciales beneficiarios /demandantes del SE	3	
*	4.1.2.	Grado de concentración espacial de beneficiarios	3	
	4.1.3.	Grado de asociación y concertación	2	
	4.2.1.	Caracterización de fuentes de ingreso	2	
	4.2.2.	Ingreso por familia	2	
	4.3.1.	Existencia de cultura de pago por el agua	2	
*	4.3.2.	Voluntad de pago	2	
*	4.3.3.	Número de beneficiarios urbano o periurbano	3	
<b>Condición global</b>			<b>2,41</b>	<b>80,18%</b>

Como siguiente paso se realizó la interpretación de los resultados que se obtuvieron, utilizando como referencia el cuadro de niveles de las condiciones existentes, desarrollado por Huerta 2008 (Cuadro 37). De esta manera, se interpreta que si los componentes alcanzan una calificación global alta, significa que existen condiciones altamente favorables para establecer el esquema de PSEH y si la calificación global que alcanza es baja, el área no tiene ninguna condición para establecer un esquema de PSEH.

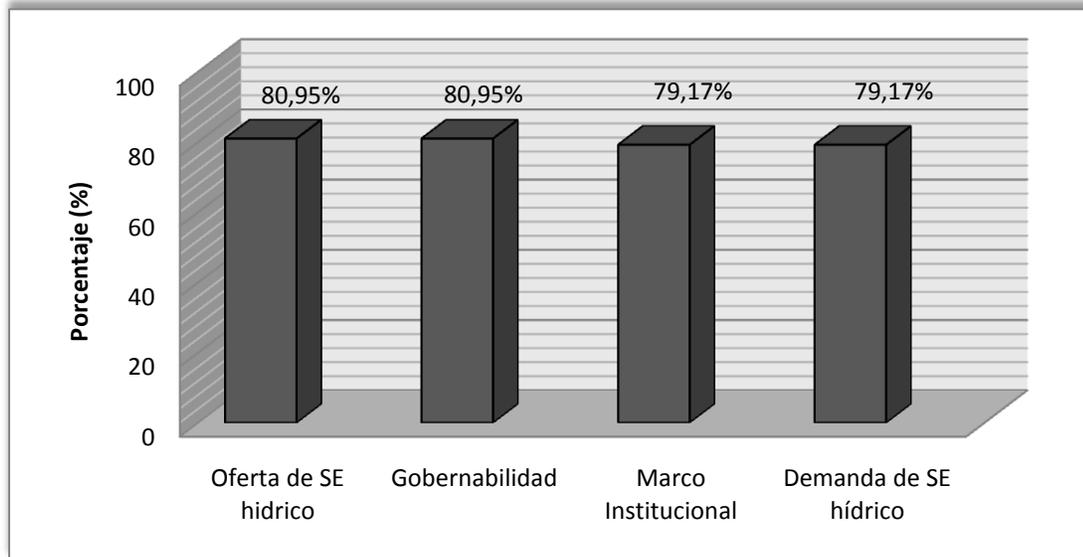
**Cuadro 37. Interpretación de calificación global**

<b>Calificación Global (%)</b>	<b>Niveles de Condiciones</b>	<b>Descripciones</b>
75 – 100	Alta	La subcuenca tiene condiciones altamente favorables para establecer esquemas de PSE-H.
50 – 74,9	Regular	La subcuenca tiene condiciones regulares para establecer al menos un esquema de PSE-H.
25 – 49,9	Baja	La subcuenca tiene condición baja, requieren superar mucho trabajo para establecer un esquema de PSE-H.
0,0 – 24,9	Muy Baja	La subcuenca no tiene casi ninguna condición para establecer esquema de PSE-H.

Fuente: (Huerta 2008)

#### **4.2.4.1 Resultados obtenidos de la aplicación de la guía de diagnóstico rápido, cuenca alta del río Caldera**

La figura 33 muestra las calificaciones que se obtuvieron en los diferentes componentes, evaluados por los representantes de instituciones, oferentes de servicios ecosistémicos y posibles beneficiarios de los servicios ecosistémicos hídricos, utilizando la guía de Diagnóstico Rápido (DR). También se observa que los resultados obtenidos para la cuenca alta del río Caldera son similares para los cuatro componentes y existe una pequeña diferencia entre los componentes evaluados. En el cuadro 38 se observa un resumen de las opiniones por componente evaluado y la calificación global resultante de las opiniones de los informantes claves participantes en las entrevistas semiestructuradas.



**Figura 33. Resultados de los componentes de la guía de diagnóstico rápido, en la parte alta de la cuenca del río Caldera.**

Los resultados individuales por componente en el cuadro 38 muestran que el componente de oferta de SE hídrico alcanzó una calificación de 2,43 y la mayoría de las valorizaciones asignadas a este componente estuvieron entre 2 y 3 (Cuadro 36); el porcentaje promedio para este componente fue de 80,95%, lo que se puede describir como una condición de oferta altamente favorable para desarrollo de un esquema de PSE. Para el componente de gobernabilidad los resultados también indican condiciones muy favorables para el desarrollo de un esquema de PSE, con una calificación de 2,43, correspondiente a un 80,95%. Para los componentes de marco institucional y demanda de SE hídrico se obtuvieron calificaciones iguales (2,38) correspondiente a 79,17% lo cual indica que, también para estos dos componentes, existen condiciones altamente propicias para el desarrollo de un esquema de PSEH, en la cuenca alta.

En el cuadro 38 también se observa que la calificación global de los todos los componentes fue de 2,41, correspondiente a un porcentaje global de 80,18%, entonces según el cuadro de interpretación de calificación propuesta por (Huerta 2008), se puede confirmar que la cuenca alta del río Caldera tiene condiciones altamente favorables para el establecimiento de un esquema PSEH. Estos resultados obtenidos se asemejan a lo encontrado por Huerta 2008, en el que se reporta que las microcuencas de río Reventado (82%) y Parrita Chiquito-Salado (80%) en Costa Rica tienen condiciones altamente favorables para el establecimiento de un esquema de PSEH. Mientras los valores encontrados difieren con lo reportado por Vela, (2009), en Colombia, que reporta que las microcuenca de La Victoria y

Jurado tiene condiciones regulares y bajas, respectivamente para el establecimiento de esquema PSEH.

**Cuadro 38. Resultados promedios obtenidos de la aplicación de la guía de DR, en la cuenca alta del río Caldera.**

<i>Componente</i>	<i>Calificación promedio por componente</i>	<i>Porcentaje promedio por componente</i>	<i>Calificación Global</i>	<i>Porcentaje calificación global</i>
<i>Oferta de SE hídrico</i>	<b>2,43</b>	<b>80,95%</b>	<b>2,41</b>	<b>80,18%</b>
<i>Gobernabilidad</i>	<b>2,43</b>	<b>80,95%</b>		
<i>Marco Institucional</i>	<b>2,38</b>	<b>79,17%</b>		
<i>Demanda de SE hídrico</i>	<b>2,38</b>	<b>79,17%</b>		

A continuación se presenta la evaluación de las condiciones existentes (muy propicia, neutral, restricción u obstáculo y restricción insalvable) asignada a cada uno de los indicadores de los componentes de la guía de diagnóstico rápido (DR) establecida por (Huerta 2008).

❖ **Condición de oferta de SE hídrica en la cuenca alta del río Caldera**

Para la asignación de las calificaciones a los indicadores de oferta de SE hídrica, se procedió a la reclasificación de las condiciones existentes: muy propicias y neutrales que podrían beneficiar o restringir el diseño del esquema de PSEH. En el cuadro 39 se muestran las interpretaciones de los verificadores de cada indicador evaluado.

**Cuadro 39. Condiciones de oferta de SE hídricos en la cuenca alta del río Caldera.**

<i>Calificación</i>	<i>Indicadores</i>
<b>Muy Propicia (3)</b>	1.1.1. SE hídrico específico valorada como escaso *
	1.2.1. Estado de las áreas de protección y recarga de acuíferos en la cuenca
	1.3.1. Balance hídrico *
	1.4.1. Calidad de agua en las principales fuentes
	1.5.2. Cobertura de otros servicios en base a fuente hídrica
	1.7.1. Voluntad de los oferentes para la protección y mayor oferta de SE-hídrico
<b>Neutral (2)</b>	1.2.2. Actividades productivas agropecuarias y forestales con buenas prácticas
	1.2.3. Uso apropiado de agroquímicos
	1.2.4. Erosión de los suelos y arrastre de sedimentos
	1.2.5. Expansión urbana, infraestructura vial y minería
	1.3.2. Cantidad de agua en las fuentes y nivel de protección
	1.3.3. Usos del agua por sectores que influyen en la calidad y cantidad
	1.5.1. Cobertura del servicio de agua para consumo actual *
	1.6.1. Manifestaciones formales o informales de insatisfacción por los servicio públicos

\* Son indicadores críticos

Las condiciones propicias de oferta de SE hídricos halladas en la parte alta de esta subcuenca se presentan actualmente porque el 80% de los actores opina que: a) el SE hídrico específico es escaso y su atención es de prioridad en estos momentos; b) la mayoría considera el agua como un recurso estratégico y económico para el área y la provincia de Chiriquí; c) ellos creen que las áreas de protección y recarga hídricas no presentan problemas de presión de uso en esas partes, ya que están ubicadas en parques nacionales; d) el 75% de los actores opinan que existen problemas de déficit de agua en la cantidad y calidad del recurso en las principales fuentes en las subcuenca, ya que la oferta hídrica no cumple las necesidades básicas de los pobladores, especialmente en la época seca, cuando los niveles de los ríos y quebradas disminuyen considerablemente; e) un 90% de los oferentes de la zona de estudio identifican y tienen pleno conocimiento de la importancia de sus tierras para el establecimiento de un esquema de PSEH y tiene un gran interés por participar en el mismo.

Las condiciones neutrales existentes se presentan porque: a) un 80% de los actores consideran que los productores hacen un uso poco apropiado del recurso suelo, presentándose procesos erosivos de bajos a moderados; b) el 65% de los actores indica que existe un uso inapropiado de agroquímicos y el 75% opinan que existe riesgo de bajo a medio de contaminar las aguas superficiales y subterráneas con estas sustancias; c) la protección de las fuentes de agua es regular porque se encuentra parcialmente degradadas y su caudal de dichas fuentes disminuye considerablemente para el periodo de verano; d) un 55% los actores identifican que no existe un problema por déficit de agua y que por el momento es suficiente para cubrir las necesidades básicas de los pobladores en la subcuenca, pero si la cantidad de concesiones aumentara, el recurso estaría en peligro; e) en lo referente al servicio de cobertura de agua potable los actores consideran que dicho servicio beneficia a una gran mayoría de los pobladores presentes en la cuenca alta; f) en los últimos años la mayoría de los usuarios han reportado que han aumentado las fallas en el sistema de abastecimiento de agua potable por rupturas en sus tuberías de conducción; g) el 80% sugiere que la autoridad que maneja el acueducto, en este caso la Alcaldía de Boquete lo hace de manera de regular a óptima; h) no hay muestra de manifestaciones formales e informales de insatisfacción por los servicios públicos que se prestan en la parte alta de la zona de estudio.

❖ **Condición de gobernabilidad en la cuenca alta del río Caldera**

La evaluaciones de las condiciones de gobernabilidad para establecer un mecanismo de pago por servicio ambiental hídrico en la cuenca alta del río Caldera presenta calificaciones entre muy propicias (tres indicadores) y neutral (cuatro indicadores). En el cuadro 40 resume los resultados indicados.

**Cuadro 40. Condiciones de gobernabilidad en la cuenca alta del río Caldera.**

<i>Calificación</i>		<i>Indicadores</i>
<b>Muy Propicia</b> (3)	2.2.1.	Instituciones públicas o organizaciones reconocidas por su liderazgo a nivel local *
	2.3.2.	Marco legal en materia de recurso hídrico
	2.4.1.	Capacidad de gestión de recursos financieros y predisposición de asignación recursos para PSE-hídrico
<b>Neutral</b> (2)	2.1.1.	Plan de desarrollo local con visión estratégica que sirve de marco a un esquema de PSE
	2.2.2.	Organizaciones locales que promueven el desarrollo y la gestión hídrica *
	2.3.1.	Relaciones constructivas entre el gobierno local, organizaciones sociales y sector privado (capital social) *
	2.5.1.	Instancias de participación ciudadana en la localidad con incidencia en los asuntos públicos *

\* Son indicadores críticos

Los criterios evaluados como muy propicios que se hallan en el área de estudio se explican porque: a) hay instituciones públicas y organizaciones reconocidas con liderazgo y prestigio a nivel local; b) el 60% de los actores consideran que existe un marco legal fuerte en materia de recursos hídricos, pero también reflexionan que el marco legal existente no se cumple al pie de la letra; el 65% de los actores señalan que las instituciones y organizaciones tendrían la capacidad para la gestión de recursos si se estableciera un esquema PSEH y además, tendrían buena disposición de asignar recursos financieros para la sostenibilidad de PSE-hídrico.

Las condiciones neutrales se presentan principalmente porque: a) la zona de estudio cuenta con un plan de zonificación, pero con poca visión estratégica de la localidad; b) el 85% de los actores opinó que este plan se construyó con escasa participación de la sociedad, no prioriza la búsqueda de soluciones al problema hídrico, y tiene falencias en su fase de divulgación; c) el 65% de los actores indican que las relaciones de confianza entre el gobierno local, las organizaciones sociales y el sector privado son regulares y que falta poner mayor atención para su fortalecimiento; d) las instancias de participación ciudadana en la localidad con incidencia en los asuntos públicos, tienen mediana capacidad de convocar y movilizar a las comunidades.

❖ **Condición de institucionalidad en la cuenca alta del río Caldera**

La evaluación del componente de institucionalidad evidenció condiciones muy propicias (tres indicadores) y neutral (cuatro indicadores), según se detallan en el cuadro 41.

**Cuadro 41. Condiciones de institucionalidad en la cuenca alta del río Caldera**

<i>Calificación</i>	<i>Indicadores</i>	
<b>Muy Propicia (3)</b>	3.1.1.	Viabilidad del espacio de intervención para el esquema de PSE
	3.4.1.	Seguridad en los derechos de propiedad de la tierra prestadoras SE *
	3.5.1	Instituciones que administran el sistema de cobro por recursos hídricos
<b>Neutral (2)</b>	3.5.2	Eficiencia del sistema de cobro actual
	3.2.1.	Agencias a nivel local con el reconocimiento y aceptación necesarios para administrar un esquema de PSE *
	3.3.1	Capacidades de planeación y operatividad de las instituciones locales *
	3.4.2.	Mecanismos viables para la compensación a los proveedores
	3.4.3.	Instrumentos de gestión de recursos naturales operativas

\* Son indicadores críticos

Las condiciones muy propicias se deben a que: a) se cuenta con las condiciones óptimas para la intervención y el establecimiento de un esquema de PSE; b) un 85% de los actores opinan que existe una buena seguridad en los derechos de propiedad de las tierras prestadoras de SE; c) se cuenta con instituciones y organizaciones con prestigio y reconocimiento que podrían administrar el sistema de cobro por los usos que se le dan dentro de la subcuenca; un 70% de los actores opina que se debería establecer un junta directiva mixta (instituciones y organizaciones) que administre el cobro y manejo de sistema de PSEH, lo que generaría más confianza en el establecimiento de dicho esquema.

Las condiciones neutrales que se presentan en el área se dan porque: a) la eficiencia en el sistema de cobro actual y en el sistema de abastecimiento del servicio de agua potable por parte de Municipio es regular por el tratamiento adecuado y distribución del agua para consumo a cada beneficiario y un 95% de los actores consideran que si existen instituciones y organizaciones que gozan de aceptación por la mayoría de la población; b) el 60% de los actores opinan que las instituciones públicas no cuentan con el recurso humano necesario para planear y desarrollar un esquema, aunque piensan que se podría fortalecer este aspecto en el futuro si estas instituciones y organizaciones enfocan sus esfuerzos en conseguir este fin; c) un 85% de los actores opinan que la capacidad de planeación y operatividad de las instituciones locales es de media a débil, además de cuentan pocos instrumentos de gestión; d)

los mecanismos viables para la compensación a los proveedores de SE e instrumentos de gestión de RN no se encuentran muy bien definidos dentro de la subcuenca.

❖ **Condición de demanda de SE hídrico en la cuenca alta del río Caldera.**

La evaluación de las condiciones de demanda de SEH presentó calificaciones muy propicias para tres indicadores y neutrales para cinco indicadores, para el establecimiento de un pago por servicios ecosistémico hídrico (Cuadro 42).

**Cuadro 42. Condiciones de demanda de SE hídrico en la cuenca alta del río Caldera**

<i>Calificación</i>		<i>Indicadores</i>
<b>Muy Propicia (3)</b>	4.1.1.	Potenciales beneficiarios /demandantes del SE
	4.1.2.	Grado de concentración espacial de beneficiarios *
	4.3.3.	Número de beneficiarios urbano o periurbano *
<b>Neutral (2)</b>	4.1.3.	Grado de asociación y concertación
	4.2.1.	Caracterización de fuentes de ingreso
	4.2.2.	Ingreso por familia
	4.3.1.	Existencia de cultura de pago por el agua
	4.3.2.	Voluntad de pago *

\* Son indicadores críticos

La condición muy propicia fue determinada porque: a) el 85% de los actores presentes opinaron que existe una cantidad considerable de potenciales beneficiarios y demandantes de servicios ecosistémicos dentro de la subcuenca, (aproximadamente 7221 habitantes) se benefician del servicio de agua potable el cual está basado en una tarifa fija por parte del municipio; b) los habitantes que se benefician del recurso se concentran en puntos o poblaciones cercanos unos de otros y con buenos medios de comunicación y de acceso entre ellos; c) dentro de la subcuenca existe un número considerable de beneficiarios urbanos y periurbanos que serian demandantes si se estableciera un esquema de PSEH.

Las condiciones neutrales se justifican en que: a) los habitantes que se encuentran en la cuenca alta se caracterizan por tener un grado de asociación y concertación medio; b) un 70% de los entrevistados opinaron que gran parte de la población tiene un nivel de vida aceptable; c) la mayoría tiene ingresos que les permiten cubrir sus necesidades básicas como el servicio de agua; d) aunque no existe una cultura de pago arraigada, el mecanismo de cobro existente “obliga” al pago del servicio del agua; e) 90% de los actores considera que si el suministro constante y la calidad del agua se mantuviera ellos estarían dispuestos a pagar lo justo y hasta un poco más para que dicho recurso se mantenga en cantidad y calidad suficiente.

#### ***4.2.5 Objetivo 5: Proponer de estrategias y acciones para la gestión integrada del recurso hídrico en la cuenca alta del río Caldera***

Sin duda el agua es el elemento de importancia e integrador dentro del manejo y gestión de la cuenca alta de río Caldera, así como dentro del territorio que abarca en el municipio de Boquete.

Por lo tanto, la mayoría de los actores locales consultados coinciden en que la principal importancia del agua en la cuenca alta radica en el abastecimiento de agua potable, que se asegure la cantidad que satisfaga la demanda, principalmente en la época de secas, así como la mejora de la calidad, en todas los diferentes usos y fuentes de agua que existen en el municipio, lo que conlleva la importancia de la protección de las zonas de captación y de recarga hídrica de las fuentes de agua.

Esta percepción fue derivada durante el proceso de investigación y participación que incluyó la asistencia a reuniones con el Consejo Municipal, representantes de los corregimientos presentes en el área de estudio, así como diálogos directos con algunos integrantes de junta de agua de los diferentes corregimientos presentes en la parte alta y actores claves, que gozan de prestigio, los cuales con sus opiniones permitieron identificar aquellas acciones y estrategias que los actores locales están encaminando con él para la protección y conservación de recurso hídrico existente en la parte alta de la zona de estudio. A continuación se plasman en estrategias y acciones (Cuadro 43) presentadas por actores locales presentes en el área de estudio.

Cabe mencionar que el actor más representativo y que aparece como responsable directo en la mayoría en la ejecución de las actividades en la ANAM, con mayor cantidad responsabilidad directa, seguido gobierno local (Alcalde y representantes de corregimientos) y las diferentes ONG que gozan de prestigio que concierne al área de estudio.

**Cuadro 43. Estrategias y acciones y presentadas por los actores locales presentes en la cuenca alta del río Caldera.**

Estrategias	Acciones	Responsables de Ejecución de las Acciones
<b>Fortalecimiento de capacidades de los actores locales</b>	Establecer un sistema unificado de estadísticas relativas al uso del recurso en términos de la cantidad y calidad de los datos.	ANAM, MINSA, MIDA, IDIAP, ETESA, Universidad de Panamá, Gobierno local.
	Establecer alianzas estratégicas entre universidades e instituciones.	Gobierno local, ANAM, MEDUCA, Universidad de Panamá, UNACHI, ONG.
	Instaurar ofertas académicas especializadas para la formación de profesionales y técnicos enfocados en el desarrollo de los recursos hídricos.	Gobierno local, ANAM, MEDUCA, Universidad de Panamá, UNACHI, ONG.
	Impulsar una política de investigación sobre el agua y destinar los recursos necesarios para la investigación y el desarrollo de tecnologías sobre el agua.	Universidad de Panamá, UNACHI, ANAM, IDIAP.
	Realizar programa de capacitación hacia productores en materia de conservación de recursos hídricos.	Universidad de Panamá, UNACHI, ANAM, IDIAP.
	Fomentar el conocimiento y el uso de herramientas técnicas científicas como la información de hidrogeología, zonas de recargas y potencial de las aguas subterráneas.	Gobierno local, ANAM, Universidad de Panamá, UNACHI, ONG.
<b>Organización y participación para la gestión del recurso hídrico</b>	Consolidación del organismo de cuenca.	Gobierno local, ANAM, Universidad de Panamá, UNACHI, ONG.
	Fiscalizar los aprovechamientos del recurso, ya que existen muchos usuarios clandestinos en los sistemas de agua potable y riego.	ANAM, Gobierno Local y demás actores.
	Establecer un sistema para la comunicación intersectorial en materia de uso del recurso hídrico.	Gobierno local, ANAM, Universidad de Panamá, UNACHI, ONG.
	Fiscalizar el cumplimiento de las normativas existentes, en materia de recursos hídricos.	ANAM, Gobierno Local.
<b>Gestión económica y financiera para la gestión sostenible del recurso hídrico</b>	Creación de fondo revolvente.	ANAM, MIDA, Gobierno Local.
	Gestionar recursos con cooperantes internacionales.	Gobierno Local, ANAM, ONG
	Elaborar un mecanismo solido de incentivos para impulsar a los productores en la adopción de mejoras en los sistemas de producción.	ANAM, MIDA, Gobierno Local.
	Creación de un mecanismo de PSA.	Universidad de Panamá, UNACHI, ANAM, ATP.

**Continuación de Cuadro 43. Estrategias y acciones y presentadas por los actores locales presentes en la cuenca alta del río Caldera.**

<b>Estrategias</b>	<b>Acciones</b>	<b>Responsables de Ejecución de las Acciones</b>
<b>Ordenamiento territorial de la subcuenca</b>	Elaborar un plan de ordenamiento territorial enfocado a fincas que vincule el aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos.	Gobierno local, ANAM, MEDUCA, Universidad de Panamá, UNACHI, ONG.
	Conservar aéreas boscosas y zonas de recarga hídrica.	ANAM, MIDA, IDIAP, Universidad de Panamá.
	Intervención priorizando aéreas críticas y vulnerables.	Universidad de Panamá, UNACHI, ANAM, IDIAP, MIDA, SINAPROC.
<b>Comunicación integral permanente para la concientización y divulgación</b>	Disminuir al 50% de pérdida de la producción de agua en las redes de distribución.	ANAM, MIDA, IDIAP, ETESA, Universidad de Panamá.
	Divulgación masiva de la normativa ambiental vigente.	ANAM, MIDA, Gobierno Local.
<b>Promoción de tecnologías agrosilvopecuarias y turísticas sostenibles</b>	Implementar prácticas de conservación de suelos y aguas en la cuenca alta.	ANAM, MIDA, IDIAP, ETESA, Universidad de Panamá.
	Fomentar la utilización de sistemas de ganadería ecológica en la parte alta de la cuenca.	ANAM, MIDA, IDIAP, Universidad de Panamá.
	Elaborar un plan de restauración de ecosistemas.	ANAM, MIDA, IDIAP, Universidad de Panamá.
	Implementación de campañas de turismo ecológico en fincas modelo ubicadas en las partes más altas de la subcuenca.	ANAM, MIDA, IDIAP, Gobierno Local, ONG.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

- ❖ La revisión de la legislación actual en materia de manejo y gestión de recursos hídricos muestra que existen una cantidad considerable de leyes, resoluciones y decretos relacionados con el tema. Sin embargo, es necesario actualizarlas, fortalecerlas, y armonizarlas y velar por su cumplimiento.
- ❖ La normativa panameña establece que ANAM es la entidad con competencia sobre el ambiente y los recursos hídricos en el país, asimismo que es la encargada de normar el aprovechamiento del mismo. Sin embargo, también existen otros actores (MINSA, MIDA, MICI, IDAAN, MICI, CATHALAC) que tiene funciones de importancia con respecto a la gestión de recursos hídricos.
- ❖ A nivel de la subcuenca del río Caldera, el actor más activo en su involucramiento con el uso, aprovechamiento, manejo y gestión del recurso hídrico es la ANAM, lo cual es consecuente con lo establecido con la normativa panameña.
- ❖ El anteproyecto de modernización de la ley de agua que actualmente se encuentra en discusión en Panamá, podría ser una opción relevante para mejorar la gestión de los recursos hídricos, incluyendo nuevos enfoques como la equidad, la justicia social, la protección y conservación del recurso.
- ❖ El principal uso, desde el punto de vista cuantitativo, del recurso hídrico en la subcuenca es el hidroeléctrico ( $386 \text{ hm}^3$ ), le siguen el uso agrícola y el acuícola con cerca de  $16 \text{ hm}^3$ . El uso para consumo humano, además de su importancia social, también tiene una magnitud importante, de  $9,3 \text{ hm}^3$ .
- ❖ Según el balance hídrico, la oferta de agua supera la demanda en todos los meses, sin embargo en febrero y marzo, que son los meses más críticos del periodo seco, la demanda es muy similar a la oferta. En el periodo lluvioso principal (mayo a noviembre) la oferta supera en más de 35% la demanda en todos los meses.
- ❖ Según el Índice de disponibilidad relativa de agua (IDR) propuesto por NOM (2002), la subcuenca alcanza un valor de 8,64, lo que la clasifica “en situación de disponibilidad” y muy cerca de la situación de “abundancia”, que se tiene a partir de valores de IDR iguales o mayores de 9.
- ❖ La actualización periódica de balance hídrico de la zona de estudio, en periodos cortos, de dos a tres años, permitirá actualizar la disponibilidad de agua.

- ❖ La elaboración del balance hídrico evidenció la problemática de ausencia, falta de actualización y de dispersión de la información hidrológica, lo que dificulta el control y manejo adecuado de la misma.
- ❖ La mayoría de los actores en la zona de estudio (75%) consideran que la gestión del agua es de regular a buena, posiblemente fundamentados en que no tienen problemas de disponibilidad de agua en sus viviendas. Sin embargo el estudio evidenció que se requiere mejorar la planificación del recurso bajo el enfoque de cuencas, vincular la gestión administrativa con la protección y manejo de zonas de recarga hídrica, implementar el ordenamiento territorial, aumentar la inversión y fortalecer las capacidades de la población.
- ❖ No existen estudios actualizados sobre la demanda actual y proyectada del recurso hídrico que sustente la planificación a corto, mediano y largo plazo del mismo.
- ❖ No existe una evaluación sistemática de la calidad del agua para diferentes usos, lo que limita el análisis en las tendencias de esta calidad y con ello la toma de acciones y decisiones para reducir y evitar la contaminación.
- ❖ No se evidenció que exista Responsabilidad Empresarial Ambiental (REA) en la gestión del agua en la subcuenca; solamente una hidroeléctrica realiza acciones puntuales.
- ❖ El análisis de relacionamiento de actores mostró una interacción media entre los mismos (51%), destacándose la ANAM, FUNDAVISAP, ADIB, MINSA y la Alcaldía como los actores principales que lideran la gestión del recurso hídrico en la subcuenca.
- ❖ El área de estudio tiene condiciones altamente favorables de oferta, gobernabilidad, institucionalidad y demanda de servicio ecosistémico hídrico para el diseño y la implementación de un esquema de pago por este servicio.
- ❖ Una gran mayoría (85%) de los beneficiarios del SE hídrico están en disposición de aportar el monto económico necesario y hasta un poco más, para la protección y conservación del agua; también los oferentes muestran gran interés por participar del esquema PSEH.
- ❖ No existe institución ni organización que tenga la confianza total de la población para administrar de manera individual un posible mecanismo de PSEH y sugieren que se

debería constituir una estructura mixta con participación consensuada y democrática de diferentes actores claves.

- ❖ El conjunto de estrategias y acciones, identificadas de manera participativa, debe ser la guía para la planificación e implementación de programas y planes de gestión sostenible del recurso hídrico en la cuenca del río Caldera.

## 5.2 Recomendaciones

- ❖ Es relevante la divulgación y socialización por medios de comunicación de la normativa y legislación en el tema de recursos hídricos para educar a la población y así fortalecer el conocimiento y buen entendimiento de las mismas, esta estrategia debe ser liderada por la ANAM en conjunto con la alcaldía.
- ❖ En la subcuenca del río Caldera se hace necesario el establecimiento y fortalecimiento de la figura de un comité de cuencas para impulsar la canalización de recursos, la concientización y participación de las autoridades locales y la población en general en busca de avances en mecanismos sostenibles que permitan que las externalidades ambientales de la subcuenca se puedan capitalizar para beneficio de la zona. Este proceso lo debería impulsar la ANAM en conjunto con las ONG de tipo ambientalistas y la participación directa de las autoridades del Gobierno local.
- ❖ Es urgente y necesario que las instituciones públicas y privadas que manejan la información ambiental dentro de la cuenca establezcan sinergias para el establecimiento de un sistema actualizado de información estadística hídrica de la cuenca. Este proceso lo debería liderar la ANAM, MIDA, IDIAP, MINSA y Alcaldía.
- ❖ La creación de una ley de Pago por Servicios Ecosistemicos Hídricos (PSEH) puede llenar el vacío legal existente en esta materia y puede permitir que los beneficiarios hídricos puedan apoyar en la conservación del mismo.
- ❖ Es importantes en investigaciones futuras realizar estudios detallados de aguas subterráneas de la subcuenca para conocer el estado de dicho recurso. La Universidad de Panamá, UNACHI, IDIAP, MIDA y la ANAM deberían tener un papel de liderazgo en la realización de estos estudios.
- ❖ Las instituciones y organizaciones presentes en el área de estudio con la participación directa del gobierno local deben fomentar acciones para la implementación de una campaña masiva de educación ambiental enfocada principalmente en la conservación de los recursos hídricos, en donde se atraiga la participación de la mayoría de los habitantes, enfocándose en primera instancia en las escuelas y colegios de la zona. La ANAM como el ente rector de los temas ambientales debería liderar esta estrategia con la participación directa de la Alcaldía.
- ❖ La información proveniente de este trabajo en la parte de análisis de redes sociales (ARS) puede servir como base en la conformación del comité de cuenca, para

identificar cuáles son los actores que tienen mayor incidencia y reconocimiento y así establecer las alianzas estratégicas para el manejo y la gestión de los recursos hídricos de la subcuenca.

- ❖ Establecer una estrategia masiva de divulgación del Plan de Ordenamiento (OT) existente ya que el mismo considera temas de desarrollo y conservación de los recursos hídricos existentes, pero la mayoría de los pobladores no tienen conocimiento de los aspectos que involucran el mismo. La alcaldía del distrito de Boquete debe ser la encargada en coordinar en conjunto con las demás actores claves para el establecimiento de esta estrategia.
- ❖ Dado que existen condiciones favorables de oferta, demanda, institucionalidad y gobernabilidad para el establecimiento de un mecanismo de pago por el servicio ambiental hídrico, encargar una comisión liderada por ANAM, MIDA, IPAT y la Alcaldía, para elaborar una propuesta de dicho mecanismo y la forma de implementarlo.
- ❖ Es de importancia que la ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente) cuyo objetivo principal es de coordinar la gestión ambiental con las demás instituciones competentes, además de proponer políticas y leyes, delegue parte de sus responsabilidades a un sistema interinstitucional, grupos ambientales y miembros de las comunidades para efectos del cumplimiento de la gestión sostenible de los recursos hídricos.
- ❖ Aunque en este estudio no se abordaron de forma amplia los temas de calidad de agua, tarifas o costos para los usuarios, participación de la mujer, enfoque de género, participación de juntas administradoras de acueductos rurales y grupos locales, sería relevante incluirlos en investigaciones futuras ya son componentes muy importantes de la gestión del agua para consumo humano.

## 6. LITERATURA CITADA

- AES (Allied Energy Systems) – PANAMÁ. 2003. Estudio de la cuenca del río Caldera desde el punto de vista de los factores que afectan o afectarán a la hidrogenación de AES. Chiriquí, PA, AES. 67 p.
- AGUILAR, N. 1988. Determinación de prioridades y formulación de opciones de manejo para la conservación de suelos de la cuenca del río Caldera, Boquete, Panamá. Tesis Mag. Sc. UCR/CATIE, Turrialba, CR, CATIE. 166 p.
- ANAM. (Autoridad Nacional del ambiente), PA. 2010. Normas Ambientales de Panamá. Panamá. PA. Consultado 2 de feb. 2010. Disponible en <http://www.anam.gob.pa/>.
- ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente de Panamá). 2001: Estudio sobre el Manejo de los Recursos Hídricos en Panamá, Informe de Actividades y Análisis de Marco Institucional. Panamá, PA, BID. 35 p.
- ANAM (Autoridad Nacional del ambiente de Panamá). 2007. Estrategia y Plan de Acción para la Implementación de la Política Nacional de Recursos Hídricos. Panamá, PA ANAM. 36 p.
- ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente de Panamá). 2008. Balances hídricos mensuales oferta-demanda por cuencas hidrográficas y propuestas de modernización de las redes de medición hidrometeorológica. Panamá, PA, ANAM. 553 p.
- ANAM (Autoridad Nacional del ambiente de Panamá). 2008. Plan nacional para gestión de los recursos hídricos de la república de Panamá. PA. 45 p.
- Alpizar, F; Madrigal, R. 2005. Propuesta de una metodología estandarizada para el diseño e implementación de un esquema de pago por servicios ambientales hídricos a nivel local., Turrialba, CR, CATIE. 18 p.
- Alpizar, F; Pérez, C; Niklitschek, M; Otárola, M; Madrigal, R. 2006. Bienes y servicios ambientales: mercados no tradicionales, mecanismos de financiamiento y buenas prácticas en América Latina y el Caribe. Diálogo regional de política-Red de Medio Ambiente. Turrialba. CR, BID-CATIE.107 p.
- Alpizar, F; Mercado, L. 2006. Guía para el diagnóstico rápido de las condiciones mínimas requeridas para el desarrollo de esquema de cobro y pago por servicios ambientales: Caso del recurso hídrico para consumo humano en el ámbito local. Turrialba. CR, PNUD. 31 p.

- Aparicio J, J; Lafragua, A; Gutiérrez, R; Mejía, E, Aguilar; 2006. Evaluación de los recursos hídricos. Elaboración del balance hídrico integrado por cuencas hidrográficas. Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO para América Latina y el Caribe, Montevideo, UY. UNESCO. 98 p. (Documento Técnico N° 4.)
- Barriga, M; Campos, J; Corrales, O; Prins, C. 2007. Gobernanza ambiental, adaptativa y colaborativa en bosques modelo, cuencas hidrográficas y corredores biológicos: diez experiencias en cinco países latinoamericanos, Turrialba, CR. CATIE. p. 1-15. (Informe técnico no. 358).
- Ballestero, M, Brown E, Kuffner U, Zegarra, E. 2005. Administración del agua en América Latina: situación actual y perspectivas. Santiago, CL, CEPAL. 62 p.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo). 2007. Gestión efectiva de emprendimientos sociales: lecciones extraídas de las empresas y organizaciones de la sociedad civil en Iberoamérica. Washington, US. Grupo Planeta. 351 p.
- Boyd, J; Banzhaf, S. 2007. What are ecosystem service? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics* 63: 616-626.
- Bustamante Rodríguez, S.Y. 2009. Gestión del agua para uso agrícola y pecuario en la parte alta y media de la subcuenca del río Gato, provincia de Herrera, República de Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 170p.
- Clark, L. 2006. Manual para el mapeo de redes como una herramienta de diagnóstico. CIAT-SIBTA-DFID. La Paz, BO, CIAT. 32 p.
- Chevalier, J; Buckles, D. 2006. El Sistema de Análisis Social (SAS). En línea. Consultado 5 oct. 2008. Disponible en <http://www.sas2.net>
- CATHALAC (Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe). 2008. Planes de Inversión para la Restauración de las Cuencas Hidrográficas de Los Ríos Bayano, Chiriquí, Chucunaque, Grande, La Villa, Santa María Y Tuira. Panamá, PA, CATHALAC. 35 p.
- CATHALAC (Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe). 2003. Segunda feria del Agua de Centroamérica y el Caribe y II Cumbre ministerial del agua de Centroamérica y el Caribe. Panamá, PA, CATHALAC. 7 p.
- Centeno A, E. 2007. Análisis de la participación de la mujer en la gestión integrada del recurso hídrico en Nicaragua, con énfasis en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa. Tesis Mag.Sc. Turrialba, CR. CATIE, 154 p.

- Centro de Asistencia Legal Popular (CEALP); Asociación Ecologista Panameña (AEP); Grupo Multidisciplinario de Recursos Hídricos (GMRH). 2000. Régimen jurídico del agua en Panamá. Reporte elaborado por el Equipo de Trabajo por Panamá para la iniciativa regional del Tribunal Centroamericano del Agua. Panamá, PA, CEALP, AEP, GMRH. 58 p.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 1994. Políticas públicas para el desarrollo sostenible: la gestión integrada de cuencas. Mérida, VE, CEPAL. 221 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2006. Manual para el Mapeo de Redes como una Herramienta de Diagnóstico. La Paz, BO, CIAT. 32 p.
- CONADES (Consejo Nacional para el Desarrollo Sostenible). 2007. Estrategia de desarrollo sostenible de la provincia de Chiriquí. BID. Panamá, PA. 80 p.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua, MX). 2008. Programa Nacional Hídrico 2007-2012. México D.F, MX, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 93-104 p.
- Cisneros, J. 2005. Valoración económica de los beneficios de la protección del recurso hídrico y propuesta de un marco operativo para el pago por servicios ambientales en Copán Ruinas, Honduras. Tesis de Mag. Sc. Turrialba, CR CATIE. 129 p.
- Dayly, G. 1997. Nature's Services: societal dependence on natural ecosystems. Washington D. C, US, Island Press. 393 p.
- De Groot, RS; Boumans, RM; 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41: 393 – 408.
- Dourujeanni, A; Jouravlev, A. 1999. Gestión de cuencas y ríos vinculados con centros urbanos. Santiago, CL, CEPAL. 176 p.
- Dourujeanni, A; Jouravlev, A. 2002. Evaluación de políticas hídricas en América Latina y el Caribe. (Serie Recursos Naturales e Infraestructura No. 51). Santiago, CL, CEPAL 74p.
- Dourujeanni, A; Jouravlev, A. 2002. Gestión de agua a nivel de cuencas: teoría y la práctica. (Serie Recursos Naturales e Infraestructura No. 47). Santiago, CL, CEPAL 83 p.

- Empresa de Trasmisión Eléctrica de Panamá SA. (ETESA). 2009. Registro de caudales promedios observados en la estación Caldera Jaramillo. Periodo de registro de (1957-2004).Departamento de hidrometereología. Panamá, PA, ETESA. 3 p.
- Empresa de Trasmisión Eléctrica de Panamá SA. (ETESA). 2009. Registro de Precipitación promedio observados en la estaciones Finca Lérída y los Naranjos. Periodo de registro de (1962-2009).Departamento de hidrometereología. Panamá, PA, ETESA. 6 p.
- Empresa de Trasmisión Eléctrica de Panamá SA. (ETESA). 2003. Gerencia de hidrometerologia. Red de estaciones hidrometereologica del sector eléctricos de Panamá. Panamá, PA, ETESA. 32 p.
- EREN, T. 1971. Inventariación y demostraciones forestales, Panamá. Rehabilitación de cuencas hidrográficas: ríos Chiriquí Viejo y Caldera. Italia, Roma, IT, FAO. 65 p (Informe técnico no. 6 del proyecto FO: SF/PAN 6.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2009. Experiencias prácticas de mecanismos de compensación por los servicios hídricos provenientes bosque en Centro América y El Caribe. Roma, IT, FAO. 158 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2007b. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Pagos a los agricultores por servicios ambientales. Roma, IT, FAO. 255 p.
- FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1993. Prevención de la contaminación del agua por la agricultura y actividades afines. Informe sobre temas hídricos. Santiago, CL, FAO. 385 p.
- FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Agua y cultivo. 2002. Roma, IT, FAO. 28 p.
- FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2008. Agua para la alimentación, agua para la vida, Evaluación exhaustiva del manejo del agua en agricultura. Roma, IT, FAO. 35 p
- Faustino, J. 2009. Curso de maestría en manejo y gestión integral de cuencas hidrográficas II. Turrialba, CR, CATIE. 217 p.
- Glagovsky, H. 2002. Esto es un FODA, Universidad de Argentina. Tesis Lic. Buenos Aires, AR, UBA. 12 p.

- García Perdomo, D. 2009. Análisis de la gobernanza del recurso hídrico en la subcuenca del río Ulí, reserva de la Biosfera Bosawas, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba CR, CATIE. 184 p.
- García, L. 1998. Estrategia para el manejo integrado de los recursos hídricos. BID. Washington, D.C. 42 p.
- Goitia, J. 1995. Modelación de la operación de un sistema hidroeléctrico en serie, caso del embalse arenal, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 165 p.
- González, R. 2008. Diagnostico metodológico y participativo para la conservación de suelos en áreas protegidas, en la cuenca alta del río Caldera, Panamá. Tesis de Lic. Chiriquí, PA. F.C.A. 125 p.
- Global Water Partnership (GWP). Centroamérica. Sf. 2003 Situación de los recursos hídricos en istmo centroamericano. Liberia, Costa Rica: GWP. 50 p.
- Global Water Partnership (GWP). 2005. Estimulando el cambio: Un manual para el desarrollo de estrategias de gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) y de optimización del agua. Stockholm, SE, GWP. 48 p.
- Global Water Partnership (GWP). 2000. Manejo integrado de recursos hídricos. Stockholm, Suecia, SE, GWP. 76 p.
- Hernández, A; Ríos, M. 2006. América Central y la convención de las Naciones Unidas sobre derechos de los usos de los cursos de aguas internacionales para fines distintos para la navegación. San José, CR, CEMEDE. 148 p.
- Holdrige, L. R. 1961. Ecología de la cordillera de Talamanca en la Republica, con referencia especial a las áreas de Boquete y Cerro Punta. Trad. Servicio Forestal, Ministerio de Agricultura, Comercio e Industrias. Panamá, PA, MIDA. 22 p.
- Huerta, G.L. 2008. Diagnóstico de condiciones mínimas y validación de una guía para el desarrollo de esquema de pago por servicios ecosistémicos hídricos en las microcuencas de los ríos Reventado y Parrita Chiquito-Salado, Costa Rica. Tesis Mag. Sc, Turrialba, CR, CATIE. 131 p.
- Huppert, W; Svendsen, M; Vermillion, D. 2003. Maintenance in Irrigation: Multiple actors, multiple contexts, multiple strategies. Irrigation and Drainage Systems 17:5-22 p.
- Instituto Politécnico Nacional (IPN). 2002. Metodología para el análisis FODA. México, MX, IPN. 24 p.

- Jiménez, F. 2010. Introducción al manejo y gestión de cuencas hidrográficas. Turrialba, CR, CATIE. 35 p.
- Jiménez, F. 2009. Introducción al manejo y gestión de cuencas hidrográficas. Turrialba, CR, CATIE. 15 p.
- Jiménez, F. 2009. La cuenca hidrográfica como unidad de planificación, manejo y gestión de los recursos naturales. Turrialba, CR, CATIE. 29 p.
- Jouravlev, A. 2001, Administración del agua en América Latina y el Caribe en el umbral del siglo XXI. Santiago, Cl, CEPAL. 84 p. (Serie Recursos Naturales e Infraestructura No. 27).
- Lafragua, J; Gutiérrez, A; Aparicio, J; Mejía, R; Santillán O; Suarez, M; Preciado, M. 2007. Balance hídrico de valle de México. México MX, Instituto de Tecnología del Agua (SERMANAT) 120 p.
- Madrigal, R; Alpízar, F. 2008. El pago por servicios ecosistémicos y la acción colectiva en el contexto de cuencas hidrográficas. Turrialba CR, CATIE. 17 p. (Serie Técnica Informe Técnico No. 361).
- Madroñero, S. 2005. Manejo del recurso hídrico y estrategias para su gestión integral en la microcuenca Mijitayo Pasto Colombia. Tesis de Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 197 p.
- Ministerio de Economía y Finanzas de Panamá (MEF). 2008. Informe económico de la república de Panamá. Panamá, PA. 118 p.
- Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). 2000. Decreto ejecutivo, mediante Resolución No. 352 del 26 de julio de 2000, Artículo 22, Reglamento Técnico DGNTI – COPANIT 47- 2000. Agua. Usos y disposición final de lodos. Panamá, PA. 50 p.
- Monge E. 1996. Agua y producción. Revista Pasos, No. 66, Junio-Agosto CEDARENA. 50 p.
- OMS (Organización Mundial para la Salud) 1999. Guías para la calidad del agua potable: vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad. 2da, Volumen 3., Ginebra, SU, OMS. 255 p.
- Orellana, A. 2009. Análisis de los principales procesos y experiencias de cogestión de cuencas hidrográficas en la subcuenca del río Copán, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 129 p.
- Orozco, P. 2006. Experiencias organizativas para el manejo de cuencas y propuesta metodológica para incorporar el enfoque de cogestión: en el caso de las subcuencas

- de los ríos Cállico y Jucuapa, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 175 p.
- Ostrom, E. 2000. Reformulando los bienes comunes. En Chase, R y Pinedo, D. eds. El cuidado de los bienes comunes: gobierno y manejo de los lagos y bosques en la Amazonía. Lima, PE, Instituto del Bien Común. p. 49 – 77.
- Panamá. Contraloría general de la república. 2000. Estadística Panameña. Situación física. Panamá, PA, Dirección de Estadística y Censo. 40 p.
- Panamá. Contraloría general de la república. 2000. Principales Indicadores sociodemográficos y económicas de la población de Chiriquí. Panamá, PA, Dirección de Estadística y Censo. 25 p.
- Panamá. Decreto Ejecutivo 57, del 16 de marzo de 2000), Reglamentos de la LGA. GO 25014. 13p.
- Panamá. Decreto Ejecutivo 58 del 16 de marzo de 2000, GO 24014, del 21 de marzo de 2000. PA. 12 p.
- Panamá. Decreto Ejecutivo 57 del 10 de agosto de 2004, GO 24014, del 21 de marzo de 2000. 15 p.
- Panamá Decreto Ejecutivo 163 de 22 del agosto de 2006, GO 25626, del 7 de septiembre de 2006. 10 p.
- Panamá. Decreto Ley de Aguas (Decreto Ley 35 de 22 de septiembre de 1996, GO 15725, del 14 de Octubre 1966. 20 p.
- Panamá. Instituto Geográfico Nacional “Tommy Guardia”. 1990. Hoja Cartográfica # 3642 II. Hato del Volcán. Panamá, Panamá. Escala 1:50000, color.
- Panamá. Instituto Geográfico Nacional “Tommy Guardia”. 1990. Hoja Cartográfica # 3741 IV. Gualaca. Panamá, Panamá. Escala 1:50000, color.
- Panamá. Instituto Geográfico Nacional “Tommy Guardia”. 1990. Hoja Cartográfica # 3742 III. Boquete. Panamá, Panamá. Escala 1:50000, color.
- Panamá. Instituto Geográfico Nacional “Tommy Guardia”. 1990. Hoja Cartográfica # 3641 I. Cerro Punta. Panamá, Panamá. Escala 1:50000, color.
- Panamá. Instituto Geográfico Nacional “Tommy Guardia”. 1990. Hoja Cartográfica # 3742 IV. Río Changuinola. Panamá, Panamá. Escala 1:50000, color.
- Panamá. 1973. Reglamentación del Decreto Ley de Aguas (Decreto Ejecutivo 70 de 27 de julio de 1973, GO 17429, del 11 de septiembre de 1973. 7 p.

- Pimentel, D; Harvey, C; Resosudarmo, P; Sinclair, K; Kurz, D; McNair, M; Crist, S; Shpritz, L; Fitton, L; Saffouri, y Blair, R. 1995. Environmental and economic cost of soil erosion and conservation benefits. *Science* 267: p 1117 – 1123.
- Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). 2004 El agua en Iberoamérica. Experiencias en la gestión y valoración del agua. Buenos Aires, AR, CYTED. 58 p.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2003. Gestión de Recursos Hídricos en América Latina y el Caribe. Panamá. PA. 31 p.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2008. El Enfoque de Gobernabilidad Democrática del PNUD. Panamá. PA. 94 p
- Ramakrihna, B. 1997. Estrategias de extensión para el manejo integrado de cuencas hidrográficas: conceptos y experiencias. San José, CR, IICA. 19 p.
- Retamal, M. 2006. Valoración económica de la oferta de los servicios ecosistémico hídrico para consumo humano en el municipio de Copán Ruinas, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 181 p.
- Red Centroamericana de Acción del Agua. 1993. Declaración de San José. Consultado el 25 de agosto de 2009. Disponible en: [http://www.freshwateraction.net/fan/web/w/www\\_76\\_es.aspx](http://www.freshwateraction.net/fan/web/w/www_76_es.aspx).
- SICA (Secretaría General del Sistema de Integración Centroamericana). 2000. Plan centroamericano para el manejo integrado y la conservación de los recursos del agua. San Salvador, SV, SICA. 63 p.
- Solanes, M; Jouravlev, A. 2005. Integrando economía, legislación y administración en la gestión del agua y sus servicios en América Latina y el Caribe. Santiago, CL, CEPAL. 79 p. (Serie Recursos Naturales e Infraestructura No) 90p.
- Tennant, D. L., 1976. Instream flow regimens for fish, wildlife, recreation and related environmental resources. *Fisheries* 1(4):6-10.
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). 2008. Enfoque ecosistémico y gestión integrada de los recursos hídricos. México DF. MX. 14 p.
- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura). 2008. Balance Hídrico Superficial de Panamá, periodo 1971-2002. Montevideo UY. 135 p. Documentos Técnicos PHI-LAC, N° 9.

- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. 2003. Primer Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. Paris. FR. UNESCO/Mundi-Prensa Libros, 2003 para la edición española. 36 p.
- Vargas, E. 2009. Valoración económica del servicio ambiental hídrico en un sistema agroforestal de café, *coffea arabica* con sombra en dos fincas en Boquete, Chiriquí. Tesis de Lic. Chiriquí, PA, FCA. 128 p.
- Velásquez, A; Aguilar, N. 2005. Manual introductorio al análisis de redes sociales. Ejemplos prácticos de con UCINET 6.85 y NETDRAW 1.48. Centro de capacitación y evaluación para el desarrollo rural. Universidad Autónoma de Estado de México- Universidad Autónoma de Chapingo. 49 p.
- Vela Enríquez, M. 2009. Potencialidades de pago del servicio ecosistémico hídrico en sistemas agroforestales, en áreas prioritarias de abastecimiento de agua para consumo humano en la cuenca del río Bobo, municipio de Pasto, Nariño, Colombia. Tesis Mag. Sc. Turrialba CR, CATIE. 144 p.
- Vos, J. 2006. Pirámides del agua. Construcción e impacto de imperios de riego en la costa norte del Perú. Lima, PE, Institutos de Estudios Peruanos. 363 p.
- Word Visión. 2004. Manual de manejo de cuencas: módulo 7. Monitoreo y evaluación de manejo de cuencas. San Salvador, SV, Word Visión. 154 p.

## 7. ANEXOS

### Anexo 1. Estimación del balance superficial

El intervalo de tiempo para el balance superficial fue de mes.

Se parte de la ecuación de continuidad, expresada como

$$\Delta V = E - S = \frac{dV}{dt}$$

donde la variación de volumen  $V$  en el tiempo, es función del volumen entrante  $E$  menos el volumen  $S$  que sale del sistema (sistema hidrológico, cuenca, lago, etc.), o lo que es lo mismo, la variación de volumen es igual a las entradas menos las salidas, para un intervalo de tiempo específico. La ecuación de balance de agua superficial, tomando como unidad de análisis y plano de referencia a la cuenca, se plantea como (Aparicio *et al.*, 2006)

$$\Delta V = (V_{ll} + Rt + B + V_{man}) - (Et + In + Inter + Uc + f + A_b)$$

Donde:

$\Delta V$  Cambio de almacenamiento, en el supuesto de que en la cuenca existen cuerpos de agua como embalses, lagos, lagunas, etc.

$V_{ll}$  Volumen de lluvia en la cuenca

$Rt$  Retornos de agua desde los diversos usos

$B$  Extracciones por bombeo de los acuíferos

$V_{man}$  Volumen aportado por los manantiales

$Et$  Evapotranspiración

$In$  Infiltración de la lluvia hacia las capas profundas del suelo

$Inter$  Intercepción de lluvia por la vegetación

$Uc$  Usos (consuntivos o no) del agua, equivalente a la demanda

$f$  Pérdidas por fugas, particularmente en los sistemas municipales.

$A_b$  Volumen de escurrimiento aguas abajo, a la salida de la cuenca

Todas estas variables son expresadas en unidades homogéneas de volumen, para que fueran comparables y poder hacer operaciones entre ellas; en este caso, dadas las magnitudes del volumen, se expresan en hectómetros cúbicos,  $hm^3$ , equivalentes a millones de  $m^3$ .

Para obtener cada una de las variables anteriores se realizó lo siguiente:

### **1.1 Selección de estaciones climatológicas**

La selección de estaciones se utilizará para obtener una descripción espacial de las variables climatológicas que inciden en la producción o consumo de agua en la zona de estudio. La mayoría de las estaciones generan información pluvial, temperatura y evaporación; sin embargo, es común encontrar varias estaciones que solo registran una de estas variables climatológicas. Los registros utilizados para la selección de las estaciones son los de precipitación, los cuáles se utilizan posteriormente para cuantificar el volumen de lluvia en la cuenca.

### **1.2 Cálculo de la precipitación**

De los métodos que existen para estimar la precipitación media mensual o anual, dos de los más conocidos son: el de las isoyetas y el de los polígonos de Thiessen. Ambos pueden ser calculados utilizando un Sistema de Información Geográfica (SIG). Las ventajas al utilizar estos sistemas son: una mejor descripción espacial de la distribución de la lluvia, al tener en cada celda un valor de precipitación; el cálculo del volumen de lluvia se hace de manera sencilla a partir de la lámina de precipitación sobre una área conocida equivalente al tamaño de la retícula; y el cálculo del volumen de precipitación es más rápido que con los polígonos de Thiessen o por el método de las isoyetas.

### **1.3 Cálculo de la evapotranspiración**

La evapotranspiración es la conjunción de dos procesos: la evaporación y la transpiración. La transpiración es el fenómeno biológico por el que las plantas transfieren agua a la atmósfera. Toman agua del suelo a través de sus raíces, una pequeña parte es para su nutrición y el resto lo transpiran. Como es difícil medir ambos procesos por separado, y además en la mayor parte de los casos lo que interesa es la cantidad total de agua que se pierde a la atmósfera, se calculan conjuntamente bajo el concepto mixto de evapotranspiración, exceptuando la evaporación en cuerpos de agua, que en este manual se estima por separado. Existen numerosas fórmulas, teóricas o semiempíricas, y procedimientos de cálculo para estimar la evapotranspiración considerando parámetros climatológicos, agrícolas e hidrológicos. En el caso de este estudio se utilizará la fórmula de Thornthwaite ya que requiere únicamente de la temperatura media mensual para calcularla. Se hará un ajuste para obtener la evapotranspiración real de acuerdo al tipo de cobertura de la tierra.

#### **1.4 Cálculo de los volúmenes de consumo**

En este apartado se estimó los volúmenes de consumo para los diferentes usos que se presentan dentro de una cuenca o región.

En general el ANAM autoriza la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales a través de lo que se denomina concesión o asignación. Con el fin de tener un panorama general sobre los diversos usos que agua que existen, se pueden distinguir 13 tipos de usos del agua: doméstico; público urbano; abrevadero de ganado, uso para la conservación, ecológica o uso ambiental; riego de terrenos; generación de energía eléctrica para servicio público; industrial; acuacultura; generación de energía eléctrica para servicio privado; lavado y entarquinamiento de terrenos; para turismo, recreación y fines terapéuticos; uso múltiple; y otros. Asimismo, es importante señalar que esta explotación se lleva a cabo a través de una extracción superficial o de una extracción subterránea.

A continuación se presenta la metodología propuesta para estimar los volúmenes de consumo para los diferentes usos dentro de una cuenca hidrológica. Es importante considerar que la estimación exacta de un volumen consumido, clasificado por uso, es un valor difícil de estimar y sobre todo difícil de verificar a través de mediciones. Por esta razón se propone emplear el consumo unitario para caracterizar cada uno de los usos y posteriormente compararlos y validarlos. Es decir, se utilizarán dotaciones para estimar, por ejemplo, el consumo doméstico (litros / habitante / día). Esta caracterización permitirá generar un valor unitario por consumo y este valor a su vez, permitirá hacer una extrapolación cuando las cifras de población aumenten, por ejemplo para el caso del consumo doméstico. De esta forma, se podrá llevar al cabo una actualización periódica de los diferentes consumos. La metodología propuesta comprende cinco etapas principales: recopilación de la información, estimación de los consumos unitarios, validación de los consumos, regionalización de la cuenca y análisis de resultados.

##### **Recopilación de la información básica**

Se deberá contar con un mapa base de localización de la zona, con su correspondiente división política, temperaturas y precipitaciones medias mensuales y anuales.

Para facilitar la recopilación de información y considerando que los usos del agua son muy diversos y se propone agrupar los 13 usos anteriormente mencionados en consumos generales. Esta agrupación permitirá tener un panorama general de los

consumos; considerando que el detalle en estos usos permitirá una estimación más precisa de los volúmenes de consumo. A continuación se presenta una tabla en donde se propone la información mínima que debe recopilarse para los principales usos, doméstico, industrial, agrícola y pecuario.

De esta forma, la estimación de los volúmenes de consumo para cada uso estará inicialmente determinada por datos históricos. Posteriormente se calibrará esta estimación según los datos actuales que puedan recopilarse.

### **Estimación de los consumos unitarios**

Con el análisis y estudio de la información citada en el punto anterior, se calcularán los consumos unitarios por tipo de uso. Por ejemplo, para el caso del consumo doméstico, estos consumos unitarios estarían en función de la población servida, índice de hacinamiento. Para el caso de la industria, el consumo estará en función de la producción anual por tipo de industria y por cada subsector industrial.

El uso doméstico se estima mediante dotaciones, lo que significa que el valor que se obtiene corresponde a una “demanda” de la cantidad de agua necesaria para una actividad; mientras que el “consumo” significa el agua que se emplea realmente como materia prima que se transforma o bien, se evapora o se contamina en tal medida que inhibe su reutilización para el mismo fin sin tratamiento. Para obtener un volumen de “consumo” se recomienda consultar directamente los registros de los organismos operadores correspondientes. Sin embargo, esta información no siempre está disponible y frecuentemente es poco confiable. Otra opción consiste en afectar el valor de la “demanda” por un cierto porcentaje para transformar este volumen en un volumen real de consumo. Otro concepto que debe tomarse en cuenta, en el caso que no se cuente con información detallada por distrito, consiste en estimar el consumo “usual” de agua de los diferentes sectores. Este concepto es muy útil en el sentido de que existen pequeños núcleos de población que no siempre cuentan con un padrón/registro de usuarios y que por lo tanto su consumo o demanda no se conoce con exactitud. Es decir, si no se tienen mediciones del consumo, se debe considerar que éste presenta una variación tanto estacional como diaria.

El uso industrial puede estimarse de dos formas. Para la primera se requiere conocer los volúmenes extraídos y descargados por cada tipo de industria. El volumen de consumo será entonces la diferencia del volumen extraído menos el volumen descargado. El segundo procedimiento consiste en estimar el consumo de agua en función del tipo de industria. Cabe

recordar que el uso del agua en las industrias es un uso consuntivo, ya que o bien la incorporan al producto fabricado o bien la transforman por la adición de residuos, impidiendo su uso posterior para el mismo fin sin tratamiento.

El uso agrícola es uno de los sectores más relevantes en cuanto a consumo de agua. El uso de agua en este sector suele ser consuntivo. El volumen anual extraído para los cultivos regados se estima como la diferencia del agua requerida por la planta, uso consuntivo, menos la lluvia efectiva, considerada ésta como un porcentaje de la lluvia media anual.

En general, el uso pecuario en una cuenca es poco importante, ya que normalmente representa el 2% de la extracción total y menos del 1% del consumo total anual. Para la estimación de los volúmenes de consumo para este uso se utilizan dotaciones de una forma similar al consumo doméstico.

### **Validación de los consumos**

Una vez que se han estimado los consumos para los diferentes usos, se llevará a cabo una validación de los resultados. Generalmente se recomienda comparar los volúmenes estimados con alguna fuente de medición. Por ejemplo, con mediciones de pozos, con el volumen entregado al sistema, las descargas de aguas residuales, etc. Principalmente deben ser fuentes que representen valores medidos. Cabe aclarar que si bien se espera que la comparación no sea exacta deben ser indicativas, existen otros medios indirectos para comparar los volúmenes estimados. Entre los métodos indirectos se pueden mencionar por ejemplo, los padrones/registros de usuarios de los organismos operadores. En este sentido se observa que el padrón/registro de usuarios del ANAM representa casi siempre una base confiable y precisa del número de viviendas. Se sugiere agrupar los usos de la siguiente forma:

- ❖ Uso doméstico: doméstico, múltiples, público urbano y servicios.
- ❖ Uso industrial: industrial.
- ❖ Uso agropecuario: acuicultura, agrícola y pecuario.

### **Análisis de resultados**

Los resultados se mostrarán de manera sencilla y de fácil comprensión. Se propone presentar tablas en Excel divididas en los diferentes usos en donde aparezca el nombre y población del municipio/localidad como mínimo. También se recomienda generar gráficas de barras para comparar los resultados obtenidos con algunas otras fuentes. Además, generar mapas de la región, donde se muestre la división municipal y los resultados, divididos por

rangos y colores, de los diferentes volúmenes de consumo. Esta información presentada de la manera anteriormente descrita, permitirá analizar de forma objetiva los valores obtenidos. En todos los casos se debe tomar en cuenta que un balance hídrico es dinámico y que los valores obtenidos sólo representan un período.

### 1.5 Retornos de agua

Se consideraran los volúmenes que se reincorporan a la red de drenaje de la cuenca hidrológica, como remanentes de los volúmenes aprovechados en los diferentes usos del agua.

### 1.6 Importaciones y exportaciones

Se toman en cuenta importaciones y exportaciones entre cuencas hidrológicas. Se requiere Información mensual para un período mínimo de 10 años.

### 1.7 Pérdidas en redes de agua potable

Se considera que las fugas a través de los sistemas hidráulicos de las principales ciudades es de alrededor del 30 % del volumen abastecido. Sí el volumen de agua que se pierde en las redes de agua potable; es decir, la cantidad de agua que no es visible y que se pierde por infiltración profunda es considerable, se debe tomar en cuenta en la ecuación del balance como una variable de salida.

### 1.8 Volumen medio de escurrimiento a la salida de la cuenca

Para determinar los volúmenes mensuales de escurrimiento aguas abajo de la cuenca en estudio, se recurrirá al registro hidrométrico de la estación que afora a la salida de ella.

#### Con información hidrométrica

$$A_b = \text{Volumen aforado}$$

#### Sin información hidrométrica

$$A_b = (V_{ll} + Rt + B + V_{man}) - (Et + In + Inter + Uc + f) - \Delta V$$

Donde:

$A_b$	Volumen de escurrimiento aguas abajo, a la salida de la cuenca
$V_{ll}$	Volumen de lluvia en la cuenca
$Rt$	Retornos de agua desde los diversos usos
$B$	Extracciones por bombeo de los acuíferos
$V_{man}$	Volumen aportado por los manantiales
$Et$	Evapotranspiración
$In$	Infiltración de la lluvia hacia las capas profundas del suelo

*Inter* Intercepción de lluvia por la vegetación

*Uc* Usos (consuntivos o no) del agua, equivalente a la demanda

*f* Pérdidas por fugas, particularmente en los sistemas municipales.

*ΔV* Cambio de almacenamiento, en el supuesto de que en la cuenca existen cuerpos de agua como embalses, lagos, lagunas, etc.

## **Anexo 2. Metodología para la identificación y caracterización de actores, según Chavalier y Buckles (2006) y Jimenez (2008).**

Los actores son las partes cuyos intereses pueden resultar afectados por un problema, una oportunidad, una situación o acción. También se incluye a aquellos que pueden incidir en la situación, problema o acción utilizando los medios que estén a su disposición, tales como poder, legitimidad, y los vínculos existentes de colaboración y conflicto.

Entre los actores, hay algunos que se les denominan claves o actores principales, por su influencia preponderante en el manejo de los recursos naturales y el ambiente en la cuenca. Existen varias razones que hacen destacar a los actores como claves, entre ellas están las siguientes:

Por su liderazgo local y comunal

- ❖ Por su poder de convocatoria a la población civil
- ❖ Por su papel en la toma de decisiones
- ❖ Por su actitud hacia el manejo de los recursos naturales y el ambiente
- ❖ Por sus intereses personales y comunales
- ❖ Por su poder económico
- ❖ Por ser un medio de comunicación entre los diferentes actores
- ❖ Por el poder, por sus influencias o por su representatividad política
- ❖ Por representar sectores claves de la población local
- ❖ Por ser propietario de grandes extensiones de tierra en la cuenca
- ❖ Por tener en su propiedad recursos naturales estratégicos (ej. fuentes de agua)
- ❖ Por representar grupos organizados de la sociedad civil o de la empresa privada
- ❖ Por representar a las comunidades ante el gobierno local, estatal o nacional
- ❖ Por ser el gobierno local
- ❖ Por representar la institucionalidad pública
- ❖ Por representar a instituciones y organismos cooperantes y donantes

- ❖ Por su importancia en la formación de capital social y la formación ciudadana
- ❖ Por representar a entidades religiosas, espirituales, etc.

En poblaciones grandes, con actores múltiples, problemas complejos difícilmente se puede trabajar con todos los actores. Con frecuencia es necesario recurrir al muestreo de actores a fin de hacer viable los procesos de caracterización y análisis. Las actividades de un programa o proyecto se pueden beneficiar de las técnicas de muestreo que encuestan a los participantes que conforman grupos más grandes de actores, comparten muchas características comunes, no están organizados y no tienen forma de representarse a sí mismos.

Distintos métodos de muestreo o combinación de ellos, tales como muestreo sistemático, muestreo simple al azar, muestreo estratificado al azar, muestreo de conglomerados, muestreo por etapas, muestreo por cuotas, etc., pueden ser utilizados. A continuación se presentan los principales elementos a tomar en cuenta en la identificación, caracterización y análisis de actores en manejo y gestión de cuencas.

### **La identificación nominal de actores**

Este proceso sirve para identificar a los actores claves o grupos principales involucrados en el manejo de la cuenca, o a los que por diversas razones afectan dicho manejo. También se puede utilizar para visualizar las diferencias entre los actores que pueden incidir en una situación, proyecto o línea de acción, y aquellos que pueden resultar afectados por la misma, como se verá luego.

Los actores pueden ser miembros de diferentes grupos. Ello es cierto en el caso de líderes y funcionarios públicos que tienen su propio perfil de actores al mismo tiempo, ya que también pertenecen a grupos más amplios (en nombre de los cuales actúan o hablan). Se pueden utilizar varios métodos para identificar a los actores o grupos de actores principales; entre ellos están:

#### ***a) Identificación por parte de expertos y de informantes claves***

Consulte al personal, a las agencias principales (tales como las organizaciones no gubernamentales), a los sacerdotes o líderes religiosos o a los habitantes locales o académicos que posean un vasto conocimiento sobre la cuenca para identificar a los actores.

***b) Identificación por selección propia***

Utilice anuncios en reuniones, periódicos, la radio local u otros medios de comunicación para invitar a los actores a presentarse. Esto atraerá a aquellos que crean que pueden ganar algo al comunicar su preocupación o sus puntos de vista por la situación o tendencia en el manejo de los recursos de la cuenca, y lo puedan hacer.

***c) Identificación por parte de otros actores***

Identifique a uno o dos actores claves. Solicíteles que sugieran a otros actores que compartan sus puntos de vista e intereses, al igual que a aquellos que puedan tener una forma diferente de analizar la problemática de la cuenca.

***d) Identificación utilizando registros escritos y datos poblacionales***

Los datos poblacionales y de censos pueden brindarle información útil sobre los actores. También puede obtener información en directorios, organigramas, encuestas, informes o registros escritos emitidos por las autoridades locales, agencias donantes, órganos gubernamentales, informes de proyectos, expertos, académicos, organizaciones no gubernamentales, el sector privado, etc.

***e) Identificación utilizando relatos orales o escritos de los acontecimientos importantes***

Puede identificar a los actores o grupos principales al solicitarle a alguien que describa los acontecimientos más importantes en la historia de un problema y los actores que estuvieron involucrados en los mismos.

***f) Identificación utilizando listas de verificación***

Las listas de verificación ayudan a identificar los actores principales de la cuenca. Se pueden utilizar listas nominales o preguntas para la identificación nominal, como por ejemplo, las que se presentan a continuación.

**Ejemplo de lista de verificación para la identificación nominal**

- ❖ Individuos (tales como los propietarios de empresas, fincas)
- ❖ Familias y hogares (los residentes locales permanentes)
- ❖ Grupos de productores organizados y no organizados. Por ejemplo ganaderos, cafetaleros, madereros, productores de granos básicos, horticultores, propietarios de agroindustrias e industrias, etc
- ❖ Grupos tradicionales (como los clanes)

- ❖ Grupos de base (como las organizaciones de interés propio para usuarios de recursos, asociaciones de vecinos, asociaciones basadas en el género o la edad, etc.)
- ❖ Autoridades locales tradicionales (por ej. el consejo de ancianos, cacique tradicional)
- ❖ Autoridades políticas reconocidas por las leyes nacionales (tales como los representantes electos en el ámbito del municipio, o la comunidad)
- ❖ Organizaciones no gubernamentales que interrelacionan a las diferentes comunidades (tales como el comité de representantes de la sociedad civil, una asociación de mujeres, organizaciones ambientalistas)
- ❖ Estructuras locales de gobernabilidad (administración, policía, el sistema judicial)
- ❖ Agencias o instituciones con jurisdicción legal sobre los recursos naturales (por ej. la agencia estatal de áreas protegidas y parques nacionales)
- ❖ Servicios gubernamentales locales en las áreas de educación, salud, vivienda, agua, recursos naturales.
- ❖ Organizaciones gubernamentales relevantes a nivel local, nacional o internacional
- ❖ Sectores específicos. Por ej. salud, educación, turismo, usuarios del agua, regantes, etc.
- ❖ Estructuras de partidos políticos (en varios niveles)
- ❖ Entidades religiosas (en varios niveles)
- ❖ Organizaciones de intereses nacionales (tales como sindicatos de trabajadores, asociaciones de desarrollo)
- ❖ Organizaciones nacionales de servicio ( Club de Leones, bomberos, etc)
- ❖ Asociaciones culturales y de voluntarios de varios tipos (tal como un club para el estudio de singulares paisajes nacionales, una asociación de turistas, etc.)
- ❖ Empresas comerciales y de negocios (desde cooperativas locales hasta corporaciones internacionales)
- ❖ Universidades e instituciones de investigación
- ❖ Bancos e instituciones crediticias
- ❖ Autoridades gubernamentales en los ámbitos distrital y departamental, regional
- ❖ Gobiernos nacionales
- ❖ Agencias extranjeras de cooperación y ayuda
- ❖ Personal y consultores de proyectos y programas relevantes
- ❖ Organismos internacionales (como CATIE, FAO, PNUMA, UICN)

### **Ejemplo de preguntas para la identificación nominal**

- ❖ ¿Existen comunidades, grupos o individuos que puedan resultar afectados, de manera favorable o desfavorable, por las decisiones respecto al manejo de la cuenca? ¿Existen ocupantes históricos (tales como comunidades indígenas) o usuarios tradicionales de los recursos con derechos consuetudinarios de propiedad o de utilización de las tierras? ¿Hay llegadas recientes? ¿Existen usuarios no residentes de los recursos? ¿Existen propietarios absentistas? ¿Hay importantes usuarios secundarios de los recursos locales (tales como compradores de productos o turistas)? ¿Existen organizaciones locales sin fines de lucro, preocupadas por los recursos naturales y el ambiente? ¿Existen personas del sector comercial o industrial, de la empresa privada, grupos organizados que podrían resultar afectadas negativamente por las decisiones que se tomen en cuanto a la gestión de los recursos naturales? ¿Existen proyectos de investigación, desarrollo o conservación en esta zona? ¿Cuántos funcionarios (nacionales e internacionales) viven en la zona asociados a tales proyectos? ¿Participan activamente estas personas en la gestión de los recursos naturales de la cuenca?
- ❖ ¿Quiénes son las principales autoridades tradicionales en la zona? ¿Son las agencias gubernamentales oficialmente responsables de los recursos y su manejo? ¿Cuál es el papel y responsabilidad del gobierno local? ¿Existen instituciones respetables en esta zona en las que la gente confíe?
- ❖ ¿Quién tiene acceso a la tierra, zona o recursos estratégicos y principales de la cuenca? ¿Quién está utilizando los recursos naturales en este momento? ¿De qué forma? ¿Ha cambiado esto con el tiempo?
- ❖ ¿Qué comunidades, grupos e individuos son los que más dependen de los recursos? ¿Se debe esto a las fuentes de sustento o a las ventajas económicas? ¿Se pueden reemplazar estos recursos con otros que sean ecológicamente menos valiosos o frágiles?
- ❖ ¿Quién es responsable de las quejas, incluyendo los derechos consuetudinarios y la jurisdicción legal, en el territorio o zona donde los recursos están ubicados? ¿Existen comunidades con derechos históricos y/o otros tipos de derechos adquiridos? ¿Se encuentran diversos sectores gubernamentales y departamentos ministeriales involucrados? ¿Hay organismos nacionales y/o internacionales involucrados debido a

leyes o tratados específicos?

- ❖ ¿Qué comunidades, grupos o individuos tienen un mayor conocimiento sobre los territorios o recursos y son los más capaces de encargarse de los mismos? Hasta ahora, ¿Quién cuenta con una experiencia directa en su gestión?
- ❖ ¿Cómo cambia el uso de los recursos dependiendo de la época, la geografía y los intereses de los usuarios? ¿Existen patrones migratorios estacionales? ¿Existen acontecimientos o tendencias principales (tales como proyectos de desarrollo, reforma agraria, migración, incremento o disminución de la población) que incidan en las comunidades locales y otras partes interesadas?
- ❖ ¿Existen otros proyectos de gestión conjunta en la cuenca? Si es así, ¿Hasta qué punto están teniendo éxito? ¿Quiénes son los socios principales? ¿Cuáles son las principales lecciones aprendidas?

### **Algunos elementos importantes en la caracterización y análisis de los actores**

A continuación se presentan algunos elementos que son importantes de caracterizar y analizar en los actores principales de la cuenca. Un conjunto de herramientas y técnicas para los análisis que se detallan, pueden ser consultadas en la publicación. Análisis de Sistemas Sociales de J.Chevalier y D. Buckles, 2006, en la página <http://www.sas2.net>

#### **❖ Los intereses de los actores**

- ❖ Los intereses ayudan a evaluar los beneficios y perjuicios que podrían resultar para los diferentes actores involucrados en un problema, una oportunidad o acción de manejo, gestión o cogestión de cuencas. Las pérdidas y ganancias, la satisfacción, la realización personal, el compromiso pueden incidir en las fuentes de poder que los actores poseen, tales como la riqueza económica, autoridad política, la información, los medios para comunicarse, la legitimidad y los nexos sociales. También pueden afectar otras cosas que los actores valoren, tales como el tiempo, un medio ambiente limpio, la seguridad física, etc. El manejo de la cuenca puede acarrear intereses de diferente tipo: económicos, de seguridad alimentaria, de acceso de servicios básicos, sociales, ambientales, ecológicos, legales, productivos, etc.

### ❖ **La legitimidad de los actores**

- ❖ La legitimidad es cuando otras partes reconocen sus derechos y deberes (o responsabilidades), al igual que la decisión (o determinación) que usted muestra al ejercerlos. En el manejo, gestión y cogestión de cuencas es fundamental la legitimidad de los actores que actúan representando a diferentes grupos, organizaciones e instituciones. Un caso típico es como los comités de cuencas, donde generalmente están representados actores claves; aquí resulta necesario que la persona seleccionada tenga claramente el derecho a representar a esos actores, que sepa las responsabilidades que ello conlleva, pero también que tiene el respaldo y autorización para tomar decisiones.

### ❖ **El poder de los actores**

- ❖ El poder es la habilidad de ejercer influencia en otros y lograr un objetivo utilizando los recursos que el individuo controla. La identificación y valoración del poder de los actores ayuda a comprender y a evaluar las fuentes y niveles de poder que tienen en una situación determinada.
- ❖ Las principales fuentes de poder son: la riqueza económica, la autoridad política, la habilidad de usar la fuerza o amenazar con utilizarla y el acceso a la información (conocimiento y habilidades) y a los medios para comunicarse. Una fuente de poder es tan importante como su utilidad. Será muy importante si puede ayudar a resolver los problemas de la cuenca, a utilizar las oportunidades de la misma o a implementar una acción y a lograr su objetivo.

### ❖ **La escala social de los actores**

- ❖ La escala social le ayuda a analizar las relaciones verticales que existen entre los actores involucrados en el manejo de la cuenca. El análisis también incluye las ventajas y desventajas de ocupar posiciones más altas o bajas, y las actitudes o comportamientos que cada actor adopta para mantener estas posiciones.
- ❖ Los actores involucrados en una situación o acción principal relacionada en este caso con el manejo de los recursos naturales y el ambiente pueden estar en la parte superior, en el medio o en la base de la escala social. Estas posiciones reflejan el acceso de cada actor a los recursos existentes tales como riqueza, autoridad, legitimidad, relaciones sociales (incluyendo la membresía del grupo), su habilidad para utilizar la fuerza, la información (conocimiento y

destrezas) y los medios para comunicarse. Los actores pueden adoptar actitudes o comportamientos para mantener una posición más alta o más baja, y pueden obtener tanto ventajas como desventajas al hacerlo.

❖ **El análisis del ámbito de colaboración/conflicto, legitimidad, intereses y poder de los actores**

- ❖ El análisis social de los actores a través de las relaciones de colaboración/conflicto, legitimidad, intereses y poder (conocido con CLIP) ayuda a crear los perfiles de los actores involucrados en una situación, problema, oportunidad, potencialidad de una cuenca. Los perfiles resultantes, basados en esos cuatro factores antes mencionados permite describir las características y las relaciones de los principales actores involucrados en una situación concreta (tal como un conflicto de intereses entre los actores de la clase baja por acceso al recurso agua) y explorar formas de resolver los problemas sociales (tales como el establecimiento de confianza o el empoderamiento de los grupos más marginados, o con menos acceso a los recursos naturales o a los bienes y servicios básicos.
- ❖ Las relaciones sociales abarcan los vínculos existentes de colaboración y conflicto (incluyendo las membresías de los grupos) que le afectan en una situación determinada y que puede utilizar para incidir en una situación, problema o acción. La forma en que el poder, los intereses, la legitimidad y las relaciones sociales se distribuyen en cada situación determina la estructura de los actores y las posibles estrategias a utilizar para enfrentar y manejar los problemas que tiene la cuenca.
- ❖ La gente puede pertenecer a diferentes grupos de actores. Tal es el caso de los líderes y funcionarios públicos: los mismos poseen su propio perfil como actores y al mismo tiempo pertenecen a grupos más amplios (en nombre de los cuales actúan o hablan) que poseen sus propios perfiles. Por lo tanto, es importante analizar la relación entre los representantes y los grupos de actores que aquellos representan.

## ❖ **El papel o rol los actores en su participación**

- ❖ El análisis del rol de los actores en mesas de diálogo, discusión y concertación de problemas y desafíos en el manejo, gestión y cogestión de las cuencas ayuda a comprender los diferentes papeles que un actor (una persona o grupo de personas) desempeña en una situación concreta. También examina las relaciones entre estos papeles con base en los intereses, el poder y el nivel de legitimidad asociado con cada uno de esos papeles.
- ❖ Un actor (una persona o grupo de personas) puede desempeñar varios papeles en una situación. Cada papel le brinda a tal actor la oportunidad de incidir o de resultar afectado favorable o desfavorablemente por una situación existente en la cuenca o por una determinada propuesta. Por ejemplo, podría escuchar que existe un plan para rehabilitar la zona de recarga de la fuente principal de agua para consumo humano. Puede reaccionar ante la propuesta de este plan, por ejemplo, en calidad de miembro del comité de agua, como padre de familia, como contribuyente, etc.
- ❖ Una situación dada, o una acción, podría tener una incidencia diferente en cada uno de sus papeles como actor involucrado, dependiendo de los intereses asociados a cada uno de los mismos. Por ejemplo, como usuario del agua, podría tener que pagar una tarifa más alta si se invierte en rehabilitar la zona de recarga de la fuente de agua.
- ❖ En una cuenca, los diferentes intereses pueden coexistir, competir o complementarse entre sí, y algunos pueden ser más prioritarios que otros. Por ejemplo, como padre de familia, podría ver los beneficios de rehabilitar la zona de recarga hídrica para recibir mejor servicio de agua en calidad y cantidad. Al mismo tiempo, podría criticar este proyecto porque es una persona con recursos muy limitados que no desea pagar tarifas más altas. Los actores no siempre tienen éxito en la integración de los intereses relacionados con sus diversos papeles, eso crea uno de los grandes desafíos del manejo y la gestión de cuencas, y que en la cogestión se ha integrado como un principio: la convergencia, integración y acción colaborativa. Los actores también pueden incidir en una situación o acción de diferentes formas, al utilizar el poder o la

legitimidad asociados con cada uno de sus papeles o roles que tengan que cumplir.

#### ❖ **La personificación de los actores**

- ❖ La personificación ayuda a crear un perfil humano de los actores (“personificarlos”) para adquirir una mejor comprensión de las situaciones de la vida real. Este elemento de caracterización y análisis es útil cuando los actores son categorías de personas que comparten muchas características en común, pero no están organizados y no tienen forma alguna de representarse a sí mismos.
- ❖ Si se desea que las actividades de su programa o proyecto de manejo o gestión de cuencas reflejen los puntos de vista de estos grupos de actores, puede describir a cada grupo como una “persona” con un perfil específico (tal como vivir bajo ciertas condiciones, comportarse y pensar de cierta forma, valorar los recursos naturales de cierta manera).
- ❖ A partir la identificación de actores claves de la cuenca se puede definir a los representantes de un grupo como un actor aparte de ese grupo al que representan. También se puede incluir en su lista a la comunidad de todos los actores, como un grupo con su propio perfil. Algunas características que pueden servir para elaborar el perfil de cada grupo de actores son género, edad, origen étnico, ocupación, ingresos y residencia. Es importante tomar en cuenta que esas características se relacionen con la situación, el problema, la propuesta de solución al problema o problemas principales de la cuenca.

#### ❖ **Los antecedentes de actuación de los actores**

- ❖ El análisis de los antecedentes ayuda a evaluar las formas en que los actores claves han abordado, manejado, resuelto situaciones de manejo de los recursos naturales y el ambiente en la cuenca. Esto ayudará a elegir las formas de mayor aceptación y más exitosas, basado en las experiencias y lecciones aprendidas.
- ❖ Las formas en que los actores manejan las situaciones, los problemas, los planes, proyectos, etc en la cuenca pueden incluir elementos como los siguientes: costumbres locales, cumplimiento de medidas normativas y administrativas, mesas de concertación, cabildos abiertos, asambleas de comunidades, resolución de conflictos, aplicación de la ley.

- ❖ Su enfoque sobre el manejo de la situación o problema variará según el valor que le asigne a la cooperación, a la convergencia, a la integración o por el otro extremo, al uso de la fuerza. También depende si se pone más énfasis en responder a los actores o en lograr que se logre un objetivo, se realice una acción o se lleve a cabo una tarea.

#### ❖ **La dinámica de los roles de los actores**

- ❖ La dinámica de roles ayuda a evaluar lo que los actores esperan entre sí como resultado de un contrato, promesa o responsabilidad moral, y su grado de satisfacción con el desempeño de otros actores.
- ❖ Cuando se maneje un problema o gestione un proyecto, es importante tener presente las brechas entre las expectativas de los roles de los actores y qué tanto éxito tienen otros en desempeñarlos. El análisis y evaluación de la interacción de las expectativas y desempeño de roles puede producir tres resultados posibles: cumplimiento, polarización o alguna falla.
- ❖ El cumplimiento se da cuando existe una alta interacción entre los actores (mayor de 60%), lo que podría producir un efecto en cadena en la forma en que se satisface las expectativas de muchos otros actores y, consecuentemente, la satisfacción de las expectativas del actor inicial. Se dice que hay polarización de los roles es cuando algunos actores se desempeñan bien, pero están insatisfechos con otros actores que no se desempeñan bien. Esto le dará un puntaje medio de interacción, por lo general entre 40% y 60%. El resultado de falla en los roles corresponde a cuando la interacción es muy baja (menor del 40%). Esto significa que la inclusión de actores de baja interacción no producirá un efecto en cadena en la forma en que se satisface las expectativas de otros

#### ❖ **La dinámica de las redes de actores**

- ❖ La dinámica de redes de los actores ayuda a evaluar la red o las relaciones de influencia, confianza o información que existe entre los actores principales

involucrados en una situación, proyecto, plan, acción, relacionada en este caso, al manejo, gestión o cogestión de cuencas hidrográficas.

- ❖ Una red de influencia (o poder) es una serie de conexiones en las cuales los actores utilizan su prestigio, riqueza, conocimiento o posición para incidir en las decisiones de otros actores. Una red de confianza es una serie de conexiones en las cuales los actores muestran confianza en otros y cuentan con que les brindan apoyo, se comportan adecuadamente y hacen lo que se espera de ellos. Una red de información es una serie de conexiones en las cuales los actores transmiten conocimiento o puntos de vista a otros.
- ❖ También es importante analizar la dinámica de redes de actores porque las acciones para mejorar o utilizar más eficientemente las conexiones claves dentro de una red de influencia, confianza o información podrían producir un efecto en cadena en toda la red.

### **Anexo 3. Metodología de Análisis de Redes Sociales**

#### **Redes, tejido social y análisis de redes sociales**

Las redes son definidas como un conjunto de lazos entre una serie de actores que pueden ser personas u organizaciones, que establecen relaciones y producen intercambios de manera continua, con el fin de alcanzar metas comunes en forma efectiva y eficiente. Es un sistema evolutivo de dependencia mutua basado en relaciones de recursos y su carácter sistémico es producto de interacciones de procesos, procedimientos e institucionalización logrado a través de un amplio y variado rango de relaciones formales e informales (Fischer 2001). Es decir, las redes sociales no son estáticas, están en continuo movimiento, son dinámicas y sumamente variables, y difíciles de delimitar. Sin embargo, ofrecen un enorme potencial de intervención social cuando los vínculos que se establecen entre distintas redes se transforman en una voluntad colectiva (Maillat y Kebir 1998).

Las redes presentan vínculos directos y relaciones no jerárquicas entre los actores y su tendencia a consolidarse obedece a la posibilidad de reducir riesgos y costos de transacción en los procesos de innovación, puesto que ninguno posee en lo individual los recursos suficientes para poner en marcha procesos integrales. Redes son un espacio de diálogo y coordinación a través del cual se vinculan organizaciones sociales e instituciones públicas y privadas en función de un objetivo común y sobre la base de normas y valores compartidos. Generan

relaciones de colaboración, movilización de recursos comunes, actividades en beneficio de los participantes, amplían y estrechan vínculos, crean sentido de pertenencia, socializan conocimientos, experiencias y saberes, restablecen la confianza social y las relaciones de intercambio y reciprocidad (Morales 2004). Es decir, las redes pueden ser efectivas para lograr una gran aproximación al concepto de alianzas, de institucionalidad y de cogestión.

Maillat y Kebir (1998) refuerzan lo antes señalado al mencionar que las redes funcionan como procesos de aprendizaje y son la base para construir innovación y mantener las ventajas competitivas de un territorio y tienen especial relevancia en la constitución de un ambiente institucional que propicie la cooperación. Agregan que fortalecer el tejido local busca promover, impulsar y cualificar formas y patrones de organización social para que participen activa, propositiva y congestivamente en la toma de decisiones y en la formulación, implementación y evaluación de la política social local y escenarios para impulsar iniciativas cogestionadas con la comunidad. Lo antes mencionado está muy en línea con el enfoque de cogestión de cuencas y por eso el estudio de las redes sociales institucionales existentes en los sitios donde se desarrollen programas o proyectos con este enfoque debe ser considerado.

Clark (2006) señala que al iniciar un proyecto de desarrollo en un lugar y contexto desconocido involucra ciertos obstáculos, siendo uno de los más críticos el desconocimiento del funcionamiento del sistema o red social existente. Adiciona que necesariamente los investigadores deben comprender este sistema para identificar con quiénes y cómo se va a trabajar y comprender las relaciones que existen entre ellos, debido a cuando se trabaja en estructuras sociales desconocidas, existe un alto riesgo de tomar decisiones erradas, por lo que es importante invertir cierto tiempo para identificar a los actores claves y establecer alianzas con socios que gozan de buena aceptación en el sector, lo que incrementa las posibilidades de éxito para cualquier proyecto.

Una red se compone de tres elementos básicos: nodos o actores, vínculos o relaciones y flujos que indican la dirección del vínculo y que puede ser uni o bi-direccional (Velásquez y Aguilar 2005, Clark 2006). Para comprender estas relaciones se ha desarrollado el Análisis de Redes Sociales (ARS), que cuenta con dos enfoques principales, *los actores* y *las relaciones que existen entre ellos* en cierto contexto social (Clark 2006), y consiste en determinar los vínculos y los flujos existentes entre los diferentes actores y determinar sus indicadores (Cuadro 1). La metodología del ARS ha demostrado tener un alto crecimiento dentro de las ciencias sociales y hasta el momento se ha aplicado en temas tan diversos como salud, psicología, organización

empresarial y comunicación electrónica, sin embargo, la aplicación en el área del desarrollo rural es muy reciente, pero sus principios pueden ser adaptados a diferentes ámbitos.

Las configuraciones de las redes pueden ser representadas mediante visualizaciones las que pueden ser tan simples como las hechas a mano, o bien haciendo uso de programas informáticos que existen actualmente (PAJEK, UCINET, VISON), los cuales han sido creados exclusivamente para ARS, y que facilitan los cálculos de los distintos indicadores de una red y la realización de las visualizaciones o gráficos.

Tufte (1997) citado por Brandes *et al.* (2005) enumeró una lista de principios que cualquier visualización tiene que cumplir para tener poder explicativo. Dichos principios se desarrollaron a partir de un extenso análisis de representaciones visuales y de las conclusiones respectivas que fueron extraídas de las mismas. Los principios son: 1. *Documentar* las fuentes y características de los datos; 2. Forzar de modo insistente *comparaciones* apropiadas; 3. Demostrar mecanismos de causa y efecto; 4. Expresar dichos mecanismos *cuantitativamente*; 5. Reconocer la naturaleza inherentemente *multivariada* de los problemas analíticos; 6. Examinar y evaluar *explicaciones alternativas*.

Para acceder a recursos los actores forman vínculos con otros actores, formando “clúster” o grupos. Los actores con variedad de fuentes de información normalmente pertenecen a varios grupos, y pueden asumir un rol de intermediación. Cabe recalcar que los flujos no son necesariamente equitativos, y se crean jerarquías basadas en las posiciones que los actores tienen dentro de la red. Al existir mucho trabajo para encontrar mecanismos que permitan utilizar el ARS como un insumo para crear capital social, se espera que un primer paso sea la posibilidad de al menos visualizar las relaciones que existen entre los diferentes actores que interactúan en cualquier contexto (Clark 2006).

Molina (2004) señala que la estructura de la red social determina el capital social y cuando mayor sea la intermediación mayor será el capital social. Asimismo, una alta densidad de relaciones es sinónimo de movilización institucional alrededor de ciertos aspectos.

#### **Anexo 4. Herramienta metodológica para la recolección de información, análisis FODA**

El término FODA es una sigla conformada por las primeras letras de las palabras Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (en inglés SWOT: Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats).

"Es un dispositivo, herramienta o análisis, para determinar los factores que pueden favorecer (fortalezas y oportunidades) y obstaculizar (debilidades y amenazas), el logro de los objetivos de las organizacionales. El análisis FODA consiste en realizar una evaluación de los factores fuertes y débiles que, en su conjunto, diagnostican la situación interna de una organización, así como su evaluación externa, es decir oportunidades y amenazas, también es una herramienta que puede considerarse sencilla y que permite obtener una perspectiva general de la situación estratégica de una organización determinada. Thompson y Strikland (1998), establecen que el análisis FODA, estima el efecto que una estrategia tiene para lograr un equilibrio o ajuste entre la capacidad interna de la organización y su situación externa, esto es las oportunidades y amenaza.

### **Planteamientos**

Dado lo anterior, se pueden plantear las siguientes definiciones, citado por los autores antes mencionados.

### **Fortalezas**

Son las características y capacidades internas de la organización que le han permitido llegar al nivel actual de éxito y lo que le distingue de otros grupos organizados. La organización tiene control sobre ellas y son relevantes. Algunos ejemplos son el posicionamiento en el mercado, la porción de mercado, exclusividad de un producto de punta, recursos humanos leales y motivados, salarios competitivos, proceso muy eficiente de producción, capital de trabajo adecuado, entre otros.

### **Oportunidades**

Son aquellos factores externos a la organización que ésta puede aprovechar para obtener ventajas competitivas. La organización no los controla y no dependen de ésta, pero puede obtener ventajas de tales hechos relevantes. Algunos ejemplos son una ley que esté por aprobarse, un nuevo esquema tributario, la caída del competidor principal, el crecimiento acelerado del cliente principal, la apertura de nuevos mercados, entre otros.

### **Debilidades**

Son las características y capacidades internas de la organización que no están en el punto que debieran para contribuir al éxito y más bien provocan situaciones desfavorables.

Al igual que las fortalezas, la organización tiene control sobre ellas y son relevantes. Las fortalezas pueden convertirse en debilidades, por ejemplo, si ocurre algo que provoque

desmotivación importante en los miembros de la organización, si se pierde la exclusividad de un producto de punta, si se reduce sustancialmente el posicionamiento en el mercado y así sucesivamente.

### **Amenazas**

Son aquellas situaciones que presenta el entorno externo a la organización, que no puede controlar pero le pueden afectar desfavorablemente y en forma relevante. Los mismos ejemplos citados como oportunidades pueden convertirse en amenazas si su efecto es negativo: una ley puede perjudicar; un mercado importante puede cerrarse; el principal cliente puede elegir otro proveedor competidor; y así sucesivamente.

La utilidad del FODA radica en diseñar las estrategias para utilizar las fortalezas en forma tal que la organización pueda aprovechar las oportunidades, enfrentar las amenazas y superar las debilidades. De un buen análisis FODA surge toda una gama de planes de acción estratégicos y proyectos para lograr el éxito.

- ❖ las fortalezas deben utilizarse;
- ❖ las oportunidades deben aprovecharse;
- ❖ las debilidades deben eliminarse y
- ❖ las amenazas deben sortearse.

### **Objetivo del FODA**

Conocer la realidad situacional:

- ❖ Tener un panorama de la situación en todos sus ángulos.
- ❖ Visualizar la determinación de políticas para mantener las fortalezas, para atacar las debilidades convirtiéndolas en oportunidades y las oportunidades en fortalezas, así como direccionar estrategias para que las amenazas no lleguen a concretarse o bien si llegan a hacerlo, minimizar su impacto.
- ❖ Al utilizar una metodología participativa, pretende también que exista unidad de pensamiento entre los participantes, para que exista unidad de acción. Todos tras lo mismo.
- ❖ En tal sentido el Método FODA es a la vez un foro para tratar puntos de vista divergentes.
- ❖ La clave, por supuesto, está en empezar por hacer un buen análisis FODA.

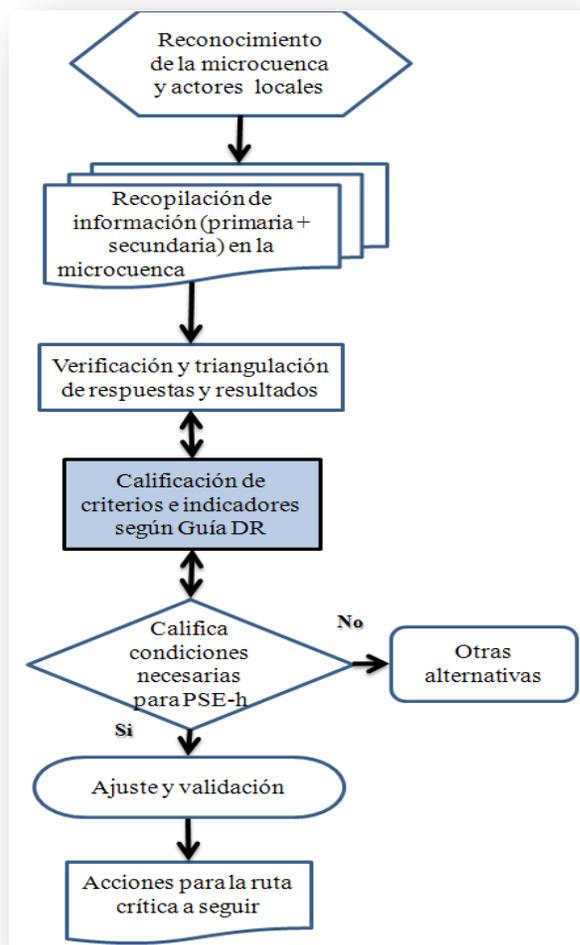
### **Recomendaciones para un buen proceso:**

1. Destinar el tiempo suficiente (2 a 3 horas, dependiendo de lo que se quiera abordar, y la complejidad de éste) y el lugar apropiado para realizar un análisis a profundidad.
2. Contar con las herramientas apropiadas (material didáctico), a cada situación, lugar o clientela (productores, asociaciones, entre otros).
3. Contar con datos e información necesarios, por ejemplo un análisis previo.
4. Invitar a personas claves, ya sea de la comunidad, o fuera de estas, pero que a su vez influyen de alguna manera en el éxito de la propuesta.
5. Escoger cuidadosamente el equipo que realizará el análisis:
  - ❖ Multidisciplinario, con conocimiento profundo tanto del funcionamiento interno como del entorno externo
  - ❖ Con capacidad de analizar los asuntos con objetividad
  - ❖ Con capacidad de separar lo relevante de lo que no es significativo
  - ❖ Con capacidad de distinguir entre lo importante y lo urgente
  - ❖ Con capacidad de distinguir entre lo que es favorable y lo desfavorable
6. Priorizar los 4-8 elementos en cada categoría (fortalezas, debilidades, oportunidades, amenazas) que más impacto pueden tener en la organización
7. Para cada una de las alternativas que se quieren analizar, se va a establecer, en forma de lluvias de ideas.
8. Seguir el proceso de planificación estratégica con estos elementos priorizados, sin olvidar los demás que pueden introducirse en algún momento posterior, sobre todo si adquieren nueva importancia.

### **Anexo 5. Metodología para el análisis y descripción de las condiciones existentes para el diseño y establecimiento de un esquema de PSE-H**

En la Figura 34 se presenta la metodología utilizada para el análisis y descripción de las condiciones existentes para el diseño y establecimiento de un esquema de PSE-H en la microcuenca del río Reventado, Cartago. La misma inicia con el reconocimiento del área de estudio y a los actores locales, recopilación, verificación y triangulación de la información para luego calificarlas según los criterios e indicadores de la guía de Diagnóstico Rápido (DR) propuesto por Alpízar et ál (2006a), adaptado por Huerta (2008). Finalmente se valida el diagnóstico y se identifican las acciones a implementar para superar las condiciones

desfavorables y/o fortalecer las condiciones favorables en el proceso del diseño y establecimiento del esquema.



**Figura 34. Esquema metodológico del DR de las condiciones existente para el diseño de un esquema de PSE-hídrico.**

## Anexo 6. Formato de entrevista semi-estructurada para recolección de información a cerca de entidades relacionadas con la gestión de recurso en la subcuenca del río Caldera.



### Ficha de entrevista:

Estudio: **“Gestión del recurso hídrico en la cuenca alta del río Caldera, Panamá”**

Buenos días (Buenas tardes), mi nombre es **Juan Tomas Arosemena**, soy estudiante de maestría del CATIE (Centro Agronómico tropical de Investigación y Enseñanza, de Costa Rica), y en la actualidad me encuentro realizando mi trabajo de tesis en su fase de campo. Como requerimiento de uno de mis objetivos planteados está el realizar algunas entrevistas que sirvan de diagnostico de las condiciones en que se encuentran aspectos relacionados al marco legal, gobernanza, los principales actores sus interacciones relacionadas a la gestión del agua a nivel de la subcuenca del río Caldera, con la finalidad de generar una propuesta de estrategias y acciones concretas que se deberían implementar, sus responsables, que faciliten una buena gobernanza del agua para diferentes usos en la subcuenca. Para esto solo requiero de usted 45 minutos máximos de su tiempo, para responder a algunas preguntas. Además, para mí la información que usted me pueda brindar es de suma importancia y puede tener la certeza que será manejada con total discreción.

Fecha: \_\_\_\_\_ Entrevista N° 1

Entrevista aplicable a entidades directamente relacionadas a la subcuenca del río Caldera.

### CUESTIONARIO:

1) ¿Cuál es la percepción de los usuarios sobre la gestión del agua en la subcuenca?

\_\_\_\_\_

2) ¿Cómo se toman las decisiones, quienes participan y como lo hacen (papel) en la gestión del agua en la subcuenca?: \_\_\_\_\_

2.1) ¿Existen evidencias o tendencias de subsidiariedad o más bien de centralización en la gestión?

\_\_\_\_\_

3) ¿Existen organizaciones locales, comunitarias, adicionales a los entes estatales que velan por el uso, manejo y gestión del agua? Si: \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Cuales \_\_\_\_\_

3.1) ¿Cual es su función?

\_\_\_\_\_

3.2) ¿Qué respaldo legal tienen?: \_\_\_\_\_

3.3) ¿Cómo se estructura y se organizan internamente? \_\_\_\_\_

4) ¿Existe planificación bajo el enfoque de cuencas de la gestión del recurso hídrico en la cuenca alta del rio Cadera? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

5) ¿Existen algún plan de ordenamiento territorial en la cuenca alta del rio Caldera? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Cuál \_\_\_\_\_

6) ¿Existen inversiones para la gestión del recurso hídrico por parte de las instituciones públicas y privadas en la cuenca alta del rio Caldera? Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

Cuáles\_\_\_\_\_

7) ¿Cuál es el nivel de organización, participación y empoderamiento de la población en la acciones de gestión del agua en el cuenca alta del río Caldera?

Alto\_\_\_\_\_ Medio\_\_\_\_\_ Bajo\_\_\_\_\_ No existe\_\_\_\_\_

8) ¿Existen programas de fortalecimiento de capacidades?

Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

Cuales\_\_\_\_\_

9) ¿Existen proyectos y programas de implementación de acciones en la parte alta en la Subcuenca del río Caldera?

Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

Cuales\_\_\_\_\_

10) ¿Cuál es la situación actual de la gestión del agua en la cuenca alta del río Caldera con respecto a: la planificación bajo el enfoque de cuencas, vinculación de la gestión administrativa con la protección y manejo de zonas de recarga hídrica, al ordenamiento territorial, a la inversión, al fortalecimiento de capacidades y a la toma de decisiones\_\_\_\_\_

11) ¿Existen organizaciones locales, comunitarias, adicionales a los entes estatales que velan por el uso, manejo y gestión del agua; Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

Cuales\_\_\_\_\_

11.1 ¿Cuál es su función?: \_\_\_\_\_ 11.2

¿Cuenta con respaldo?: \_\_\_\_\_

11.3 ¿Cómo se estructuran y se organizan internamente?\_\_\_\_\_

12) ¿Existen estudios sobre la oferta y demanda actual y proyectada de agua para consumo humano y otros usos en la subcuenca que sustente la planificación a corto, mediano y largo plazo?

Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

Cuáles\_\_\_\_\_

13) ¿Existen análisis frecuentes de calidad de agua (físicos, biológicos y químicos) y de identificación y control de fuentes puntuales y difusas de contaminación, quien los realiza quien los certifica los análisis de agua, quién realiza el control de la contaminación de aguas?

Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

Cuales\_\_\_\_\_

14) ¿Existe Responsabilidad Empresarial Ambiental (REA) o Responsabilidad Social Ambiental (RSA) en la gestión del agua en la subcuenca?

Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

14.1) ¿Qué empresas la practican?:\_\_\_\_\_

14.2) ¿Cómo se evidencia? (acciones concretas):\_\_\_\_\_ 14.3

¿Cual es la inversión anual?:\_\_\_\_\_

14.4 ¿Qué propósito tiene para la empresa?: \_\_\_\_\_

14.5 ¿Lo consideran un gasto o una inversión?: \_\_\_\_\_

14.6 ¿Tienen incentivos para la empresa (por ejemplo tarifas diferenciadas) para ello? \_\_\_\_\_

15) ¿Cómo se manejan los conflictos para el uso de agua, transferencia de derechos poderes sobre el agua, derechos de propiedad?

\_\_\_\_\_

Existen ejemplos?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Cuales \_\_\_\_\_

16) ¿Qué vinculación existe entre la gestión administrativa del agua en la subcuenca alta y acciones de protección y manejo y conservación de las zonas aparentes de recarga hídrica:

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

16.1) ¿Que acciones concretas existen? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Anexo 7. Lista de actores claves entrevistados para el análisis de la interrelaciones en la parte alta del la subcuenca del río Caldera**

No.	Institución, Asociación, Grupo, Empresa, Proyecto	Contacto	Teléfono	Correo Electrónico
1	Alcalde de Boquete	Manolo Ruiz	720-1261	<a href="mailto:alcaldiaboquete@hotmail.com">alcaldiaboquete@hotmail.com</a>
2	Ingeniería Municipal	Eliecer Lay	720-14-55 / 6671-83-58	<a href="mailto:alcaldiaboquete@hotmail.com">alcaldiaboquete@hotmail.com</a>
3	Encargado de reparación de Acueducto Boquete	Germán Castillo	67430651	<a href="mailto:kelly247@hotmail.com">kelly247@hotmail.com</a>
4	Comisión de Seguridad de Municipio de Boquete	HR. Guadalupe Mock	66783191	<a href="mailto:vees2008@hotmail.com">vees2008@hotmail.com</a>
5	Director Regional Chiriquí (SINAPROC)	José Donderis	720-2248 / 6452-5000	<a href="mailto:donderisj@hotmail.com">donderisj@hotmail.com</a>
6	Cuerpo de Bomberos	Jorge Eliécer González	720-1224 / 720-1277 despacho 720-2882	<a href="mailto:bomberosdeboquete@hotmail.com">bomberosdeboquete@hotmail.com</a>
7	Asociación para el Desarrollo Integral de Boquete (ADIB)	María E, Ruiz	6672-3786	<a href="mailto:adib.boquete@gmail.com">adib.boquete@gmail.com</a> , <a href="mailto:maria.ruiz@yahoo.com">maria.ruiz@yahoo.com</a>
8	Fundación Vida, Salud, Ambiente y Paz (FUNDAVISAP)	Gladys B. Rodríguez	telefax 720-3315 / 6706-5657	<a href="mailto:fundavisap@hotmail.com">fundavisap@hotmail.com</a> , <a href="mailto:pnvbsurv@yahoo.com">pnvbsurv@yahoo.com</a> ,
9	Asociación para la Conservación de la Biosfera (ACB)	Ezequiel Miranda	6683-9826 / kelnix 720-2803	<a href="mailto:acbiosfera@gmail.com">acbiosfera@gmail.com</a>
10	Asociación para la Conservación del Ambiente y Desarrollo Sostenible e Integral (ACADESI)	Pantaleón Samudio	6767-1321	
11	Junta Administradora de Acueductos Rurales de Boquete MINSA	Juan Pablo Rodríguez	720-24-81 / 6781-74-32	
12	Asociación de Productores de Papa y Cebolla / La productora	Juan E. González	720-1154 / 6614-6615	<a href="mailto:jegonzalez09@cwpanama.net">jegonzalez09@cwpanama.net</a>
13	Asociación de Usuarios de Riego del Río Caldera	Roberto Suárez	720-1362 / Fax 720-2501 en sohelcafe / 6618-4438	<a href="mailto:riego_rio_caldera@hotmail.com">riego_rio_caldera@hotmail.com</a> , <a href="mailto:sohelcafe@cwpanama.net">sohelcafe@cwpanama.net</a>
14	Asociación Nacional de Beneficiarios y Exportadores de Café (ANBEC)	Norberto Suárez	720-1162 / 6617-8670	<a href="mailto:baruindianhi@cwpanama.net">baruindianhi@cwpanama.net</a>
15	SINAPROC(Boquete)	Miguel Ángel Castillo	720-17-11 /720-17-79 6698-8678	
16	AES Panamá	Evádelo R. Serrano Prados	772-57-28 / 772-5150 fax 772-57-30 6430-4626	<a href="mailto:evidelio.aes.com">evidelio.aes.com</a>
17	IDIAP	José Lezcano	720-31-07	<a href="mailto:jose_alb@yahoo.com">jose_alb@yahoo.com</a>
18	MIDA	Jorge O'Brien	720-41-93 / 66339341	<a href="mailto:jorgea1117@hotmail.com">jorgea1117@hotmail.com</a>
19	ANAM	Harmonio Cerrud	775-31-63 Fax 774-66-71	<a href="mailto:armodio.cerrud@anam.gob.pa">armodio.cerrud@anam.gob.pa</a>
20	ANAM	Marta Valdez	720-3057	<a href="mailto:marhav647@hotmail.com">marhav647@hotmail.com</a>
21	UNACHI	Catalina Espinoza de Barría	6798-49-57	<a href="mailto:esvecaellabsig@gmail.com">esvecaellabsig@gmail.com</a>
22	UNACHI	Pedro A. Caballero	774-6658 / 6473-7942	<a href="mailto:pedrocab_14@yahoo.com">pedrocab_14@yahoo.com</a>
23	UP(Facultad de Agronomía)	Noé Aguilar	523-3915	<a href="mailto:suelosdepartamento@gmail.com">suelosdepartamento@gmail.com</a>
24	MIVI	Charline Samudio	775-36-51	<a href="mailto:charlinesamudio@hotmail.com">charlinesamudio@hotmail.com</a>
25	MINSA	Diana Sánchez	774-57-39 /6654-87-29	<a href="mailto:diana-e-sanchez@hotmail.com">diana-e-sanchez@hotmail.com</a>
26	MOP	Generoso Atencio	775-41-01/6515-51-17	<a href="mailto:gatencio@mop.gob.pa">gatencio@mop.gob.pa</a>
27	Independiente	Ana Isabel Gómez	6629-49-73	<a href="mailto:gomezanai@gmail.com">gomezanai@gmail.com</a>
28	ATP(Autoridad de turismo de Panamá)	Ángel Ponce	720-40-60/ 775-2839 6674-9696	<a href="mailto:aponce@atp.gob.pa">aponce@atp.gob.pa</a>
29	CATHALC	Lilian Suarez	317-3208	<a href="mailto:lilian.suarez@cathalac.org">lilian.suarez@cathalac.org</a> <a href="mailto:liliansd@yahoo.com">liliansd@yahoo.com</a>
30	CATHALC	Noel Trejos	317-3208/ 6618-2273	<a href="mailto:noel.trejos@cathalac.org">noel.trejos@cathalac.org</a>

## Anexo 8. Centralidad para los actores presente en la cuenca alta del río Caldera relacionado con la gestión de los recursos hídricos.

FREEMAN'S DEGREE CENTRALITY MEASURES

Diagonal valid? NO  
 Model: ASYMMETRIC  
 Input dataset: Matriz Total (C:\Users\JUAN TOMAS AROSEMENA\Documents\UCINET data\Matriz Total)

		1	2	3	4
		OutDegree	InDegree	NrmOutDeg	NrmInDeg
8	ANAM	42.000	38.000	53.846	48.718
1	(Alcalde)	35.000	31.000	44.872	39.744
15	FUNDAVISAP	33.000	35.000	42.308	44.872
2	(HR)	32.000	28.000	41.026	35.897
16	ADIB	30.000	30.000	38.462	38.462
4	C B	25.000	21.000	32.051	26.923
3	SINAPROC	25.000	25.000	32.051	32.051
5	MINSA	25.000	21.000	32.051	26.923
6	MIDA	23.000	25.000	29.487	32.051
7	IDIAP	21.000	19.000	26.923	24.359
20	Asociación de Usuarios de Riego del Río Caldera	20.000	16.000	25.641	20.513
10	UNACHI	19.000	19.000	25.641	24.359
11	MOP	18.000	19.000	23.077	24.359
24	Odebrech	16.000	17.000	20.513	21.795
23	AES	16.000	21.000	20.513	26.923
27	MEDUCA	16.000	18.000	20.513	23.077
25	(TNC)	13.000	15.000	16.667	19.231
13	ATP	11.000	11.000	14.103	14.103
9	U P	11.000	12.000	14.103	15.385
12	MIVI	11.000	13.000	14.103	16.667
14	CATHALAC	11.000	12.000	14.103	15.385
22	ANBEC	10.000	12.000	12.821	15.385
21	Asociación Cafés Especiales P	9.000	11.000	11.538	14.103
26	Iglesias	8.000	10.000	10.256	12.821
19	A P P C / La productora	8.000	7.000	10.256	8.974
18	(ACADESI)	5.000	6.000	6.410	7.692
17	(ACB)	4.000	6.000	5.128	7.692

DESCRIPTIVE STATISTICS

	1	2	3	4
	OutDegree	InDegree	NrmOutDeg	NrmInDeg
1 Mean	18.444	18.444	23.647	23.647
2 Std Dev	9.731	8.482	12.476	10.875
3 Sum	498.000	498.000	638.462	638.462
4 Variance	94.691	71.951	155.640	118.262
5 SSQ	11742.000	11128.000	19298.803	18290.598
6 MCSSQ	2556.667	1942.667	4202.279	3193.075
7 Euc Norm	108.361	105.489	138.924	135.243
8 Minimum	4.000	6.000	5.128	7.692
9 Maximum	42.000	38.000	53.846	48.718

Network Centralization (Outdegree) = 31.361%  
 Network Centralization (Indegree) = 26.038%

## Anexo 9. Grado de intermediación para los actores presentes la cuenca alta del río Caldera relacionados con la gestión de los recursos hídricos

Input dataset: Matriz Total (C:\Users\JUAN TOMAS AROSEMENA\Documents\UCINET data\Matriz Total)

Important note: this routine binarizes but does NOT symmetrize.

Un-normalized centralization: 1556.153

		1	2
		Betweenness	nBetweenness
8	ANAM	71.709	11.032
15	FUNDAVISAP	47.608	7.324
1	(Alcalde)	32.078	4.935
16	ADIB	30.677	4.720
2	(HR)	23.546	3.622
6	MIDA	20.221	3.111
10	UNACHI	20.050	3.085
11	MOP	18.889	2.906
23	AES	15.418	2.372
4	C B	13.561	2.086
7	IDIAP	12.641	1.945
3	SINAPROC	12.275	1.889
5	MINSA	10.762	1.656
20	Asociación de Usuarios de Riego del Río Caldera	9.404	1.447
24	Odebrech	7.684	1.182
9	U P	5.702	0.877
27	MEDUCA	5.664	0.871
25	(TNC)	4.973	0.765
26	Iglesias	3.821	0.588
19	A P P C / La productora	3.153	0.485
22	ANBEC	2.344	0.361
14	CATHALAC	2.017	0.310
12	MIVI	1.550	0.238
13	ATP	1.160	0.178
21	Asociación Cafés Especiales P	1.071	0.165
18	(ACADESI)	1.070	0.165
17	(ACB)	0.951	0.146

DESCRIPTIVE STATISTICS FOR EACH MEASURE

	1	2
	Betweenness	nBetweenness
1 Mean	14.074	2.165
2 Std Dev	15.961	2.456
3 Sum	380.000	58.462
4 Variance	254.760	6.030
5 SSQ	12226.673	289.389
6 MCSSQ	6878.525	162.805
7 Euc Norm	110.574	17.011
8 Minimum	0.951	0.146
9 Maximum	71.709	11.032

Network Centralization Index = 9.21%

## Anexo 10. Grado de cercanía para los actores presentes en la cuenca alta del río Caldera relacionados con la gestión de recursos hídricos.

Note: Data not symmetric, therefore separate in-closeness & out-closeness computed.

WARNING: Data matrix dichotomized such that  $X_{ij} > 0$  was recoded to 1

Closeness Centrality Measures

		1	2	3	4
		inFarness	outFarness	inCloseness	outCloseness
8	ANAM	30.000	29.000	86.667	89.655
15	FUNDAVISAP	31.000	31.000	83.871	83.871
16	ADIS	35.000	34.000	74.286	76.471
1	(Alcalde)	36.000	31.000	72.222	83.871
2	(HR)	36.000	33.000	72.222	78.788
3	SINAPROC	37.000	37.000	70.270	70.270
11	MOP	37.000	38.000	70.270	68.421
6	MIDA	37.000	38.000	70.270	68.421
23	AES	38.000	40.000	68.421	65.000
7	IDIASP	39.000	39.000	66.667	66.667
5	MINSA	39.000	37.000	66.667	70.270
4	C B	39.000	35.000	66.667	74.286
10	UNACHI	39.000	38.000	66.667	68.421
27	MEDUCA	40.000	42.000	65.000	61.905
20	Asociación de Usuarios de Riego del Río Caldera	40.000	37.000	65.000	70.270
25	(TNC)	41.000	42.000	63.415	61.905
24	Odebrech	41.000	42.000	63.415	61.905
12	MIVI	42.000	44.000	61.905	59.091
9	U P	42.000	43.000	61.905	60.465
26	Iglesias	44.000	46.000	59.091	56.522
21	Asociación Cafés Especiales P	45.000	46.000	57.778	56.522
22	ANBEC	45.000	46.000	57.778	56.522
13	ATP	45.000	44.000	57.778	59.091
14	CATHALAC	45.000	46.000	57.778	56.522
19	A P P C / La productora	45.000	45.000	57.778	57.778
17	(ACB)	46.000	49.000	56.522	53.061
18	(ACADESI)	48.000	50.000	54.167	52.000

Statistics

	1	2	3	4	
	inFarness	outFarness	inCloseness	outCloseness	
1	Mean	40.074	40.074	65.721	66.221
2	Std Dev	4.405	5.564	7.740	9.774
3	Sum	1082.000	1082.000	1774.473	1787.969
4	Variance	19.402	30.957	59.902	95.531
5	SSQ	43884.000	44196.000	118237.922	120980.570
6	MCSQ	523.852	835.852	1617.350	2579.326
7	Euc Norm	209.485	210.228	343.857	347.823
8	Minimum	30.000	29.000	54.167	52.000
9	Maximum	48.000	50.000	86.667	89.655

Network in-Centralization = 44.37%  
Network out-Centralization = 49.64%

## Anexo 11. Guía mejorada para el diagnóstico rápido de las condiciones para PSEH en cuenca Huerta (2008).

Componente Criterio Indicador	Verificador	Calificación (0,1,2 ó 3)	%
1. Condiciones de oferta de SE hídrico		$COf = \sum Ci/n$	
1.1. Identificación de la externalidad del SE hídrico específico			
* 1.1.1. SE hídrico específico valorada como escaso ¿La sociedad identifica claramente el SE hídrico específico (externalidad : calidad, cantidad y/o flujo regular) de importancia en la cuenca? 0 = No se identifica un servicio ecosistémico hídrico de relevancia en la cuenca o es abundante y poco valorada. 1 = La sociedad identifica poco relevante o importante el SE hídrico específico 2 = Algunos problemas de escasez del agua está siendo revertido favorablemente 3 = La sociedad identifica el SE hídrico específico pero no es de mayor prioridad su atención en estos momentos 3 = Identifica el SE hídrico específico, es una demanda sentida y valorada por la sociedad.			
1.2. Prácticas de manejo del suelo que influyen en la disponibilidad del agua			
1.2.1. Estado de las áreas de protección y recarga de acuíferos en la cuenca			
¿Las áreas de protección ribereña y zonas de recarga acuíferos están siendo protegidos y manejados apropiadamente de acuerdo a su capacidad de uso del suelo y prestación de servicios ecosistémicos hídricos? 1 = Existe significativas áreas de protección y zonas de recarga que no se evidencia su vulnerabilidad 2 = Existen áreas de protección y zonas de recarga con factores de presión de uso y se avistan algunos problemas de deslizamientos 3 = Las áreas de protección y zonas de recarga están siendo cada vez más vulnerables por actividades humanas, riesgos naturales de deslizamiento y arrastre sedimentos que está afectando a la cuenca. 3 = Se protegen y manejan las áreas prioritarias de protección y zonas de recarga del acuífero.			
1.2.2. Actividades productivas agropecuarias y forestales con buenas prácticas			
¿La producción agrícola, ganadera y forestal actual son adecuadas de acuerdo a la pendiente del suelo, capacidad de uso y con buenas prácticas? 1 = Realizan uso apropiado del suelo, con escaso conflicto de uso y tienen buena cobertura. 2 = Realizan uso poco apropiado del suelo, con menor de 20% de conflicto de uso y con cobertura moderadamente apropiado. 3 = Realizan uso intensivo del suelo, con mayor de 20% de conflicto de uso, la cobertura del suelo no es apropiada y deben emplearse mejores prácticas agrícolas, ganaderas y forestales.			
1.2.3. Uso apropiado de agroquímicos			
¿Cuál es el tipo y frecuencia de aplicación de agroquímicos en las actividades agropecuarias y forestales? 1 = Uso de agroquímicos insignificante y de manera apropiada 2 = Uso conveniente y moderado de agroquímicos. 3 = Uso intensivo e inapropiado de agroquímicos con riesgo de contaminar o están contaminando las aguas superficiales y subterráneas 3 = Existen prácticas agroecológicas con uso de intensivo de abonos orgánicos			
1.2.4. Erosión de los suelos y arrastre de sedimentos			
¿Cómo describe usted el estado de erosión del suelo y la carga y suspensión de sedimentos en los cuerpos de agua? 1 = Suelos con erosión imperceptible y no existen cargas y suspensión de sedimentos en el agua. 2 = Suelos en procesos de erosión de baja a moderada y se observan escasas cargas y suspensión de sedimentos en los cuerpos de agua 3 = Suelos en procesos de erosión de moderado a severo y se observan altas cargas y suspensión de sedimentos en los cuerpos de agua.			
1.2.5. Expansión urbana, infraestructura vial y minería			
¿Cómo afecta la expansión urbana, las redes viales y actividades mineras en el uso del suelo y la disponibilidad de agua en la cuenca? 1 = No existen conflictos con el uso del suelo y son mínimos los impactos negativos en la calidad y cantidad de agua en la cuenca 2 = Existen algunos conflictos de uso de suelo y sus impactos negativos sobre el agua se observan en casos aislados 3 = Existen conflictos de uso de suelo y sus impactos negativos sobre el agua son causas de conflictos socioambientales			
1.3. Inventario y diagnóstico del uso de cuerpos de agua			
* 1.3.1. Balance hídrico			
¿Existe un problema de déficit en la cantidad de agua? 1 = La oferta hídrica excede a la suma de la demanda hídrica biofísica y la demanda hídrica humana 2 = La oferta hídrica es suficiente para cubrir la demanda hídrica biofísica y la demanda hídrica humana 3 = La oferta hídrica no es suficiente para cubrir la demanda hídrica biofísica y la demanda hídrica humana, en especial en época de seca			
1.3.2. Cantidad de agua en las fuentes y nivel de protección			
Después de identificar los principales cuerpos de agua en la zona de estudio (ríos y quebradas, humedales, lagos y lagunas, ojos de agua, etc.), ¿cuál es el estado de protección de los cuerpos de agua principales, del caudal y de las zonas aparentes de recarga hídrica? 1 = Tienen buena protección y no se secan las fuentes 2 = Tienen protección regular, escasamente degradados y parcialmente disminuye su caudal, en especial años secos 3 = No tienen prácticas de protección, están siendo muy vulnerables por presencia de tanques sépticos, afluente residuos ganaderos, deficiente letrización, ampliación agrícola, urbana, etc. Y generalmente, se secan en algunos meses del año ¿Cuáles cuerpos de agua se secan?			

<p>1.3.3 Usos del agua por sectores que influyen en la calidad y cantidad  ¿Cómo está afectando el nivel de uso del agua de las diferentes actividades productivas en la disponibilidad de calidad y cantidad de agua en la cuenca (uso urbano, riego, industria, hidroeléctrico)?  1 = Sus actividades obedecen a un plan de manejo y se evidencian en el uso cada vez más eficiente del agua  2 = Existen sistemas productivos, industriales y de consumo poco eficientes pero en proceso de corrección y mejoras  3 = El crecimiento poblacional, el potencial agrícola y/o hidroeléctrico demandan mayor cantidad de agua en conflicto con otros usos</p>		
<p>1.4 Estado de las fuentes de agua superficiales (ríos, nacientes, lagos, humedades, pozos y otros)  1.4.1. Calidad de agua en las principales fuentes  A simple vista y de los reportes de información secundaria, las principales fuentes de agua para usos diferentes ¿Qué tan serio son los problemas de calidad del agua? (turbidez, sustancias flotantes, pH, carbonatos, nitratos, coliformes fecales)   1 = Siempre se mantiene limpia y sin coliformes fecales.  1 = Con niveles de pH (5,5-9) y carbonatos en rango normal. Sin presencia de nitratos  2 = Poca a medianamente turbia en periodos cortos del año y/o con escasas sustancias flotantes. Bajo nivel de coliformes fecales (&lt;300/mililitro) para consumo humano  2 = Con alteración mínimas del pH y carbonatos. Bajo nivel de nitratos (&lt;50 mg/l)  3 = Muy turbia y con contaminantes flotantes por periodos prolongados del año. Presencia de coliformes fecales por encima de los límites tratables (&gt;300/mililitro) para consumo humano  3 = Con alteraciones de pH y sales fuera de rango normal y/o con presencia de nitratos a niveles altos (&gt; 50mg/l)</p>		
<p>1.5. Cobertura de agua para uso y/o servicio para el consumo humano  * 1.5.1. Cobertura del servicio de agua para consumo actual  ¿Cómo se podría calificar la cobertura del servicio de agua para consumo humano y el estado de la infraestructura (de captación, conducción, tratamiento y/o distribución)?  0 = Pésimas o malas condiciones de infraestructura. O no existe ningún tipo de sistema de servicios de agua para consumo humano  1 = No existe un sistema unificado de agua potable; el agua para consumo humano se toma de pozos dispersos   1 = El sistema de agua potable cubre a una minoría de la población  1 = El sistema de agua potable tiene deficiencias de infraestructura  2 = El sistema de agua potable cubre a una mayoría de la población y con poca frecuencia de racionamiento por escasez  2 = El sistema de agua potable cubre a una mayoría de la población y con poca frecuencia de racionamiento por problemas de infraestructura.  3 = El sistema de agua potable cubre al 100% de la población con infraestructura buena y con racionamiento cada vez más frecuente por escasez.</p>		
<p>1.5.2. Cobertura de otros servicios en base a fuente hídrica  ¿Se evidencian racionamiento en los servicios de energía eléctrica, riego, actividades de recreación y otros, por déficit de recurso hídrico en el cauce o bajos niveles en las represas?  1 = La cobertura de servicios energético tienen otras fuentes alternativas o son generadas fuera de la cuenca. La cobertura es a una minoría de la población.  1 = Existe suficiente agua en periodos de estiaje, la rotación del turno de riego no varía o existe reducido número de usuarios.   2 = Los sistemas de servicios cubre a una mayoría de la población y con cortes poco frecuentes o restricciones de uso del agua.  3 = El sistema hidroeléctrico cubre al 100% de la población con problemas de cortes eléctricos cada vez frecuentes por problemas de disponibilidad de agua (sedimentación de represas o caudal por debajo del mínimo).  3 = Sistema de riego cubre a 100% de usuarios con producción orientado al mercado o se prolonga la rotación del turno de riego. Otras actividades se ven afectadas por baja de los caudales.</p>		
<p>1.6 Nivel de satisfacción con el servicio de agua para uso y/o consumo humano  1.6.1 Manifestaciones formales o informales de insatisfacción del servicio  En los últimos años, ¿Qué tan frecuentes son las quejas y/o las manifestaciones abiertas (en las calles) relevantes por el servicio de agua (riego, consumo, hidroeléctrico, turismo, y otros)  1 = Muy frecuentes, existe una gran insatisfacción con la autoridad competente  1 = Muy frecuentes, existe manifestaciones públicas frecuentes  2 = Muy frecuentes, pero se sigue creyendo en la autoridad competente  3 = Poco frecuentes</p>		
<p>1.7. Disposición de los oferentes por conservar los SE-hídrico  1.7.1 Voluntad de los oferentes para la protección y mayor oferta de SE-hídrico  ¿Los oferentes están predispuestos a la acción colectiva para una mayor oferta hídrica? ¿Identificar la importancia de sus tierras para el SE-hídrico específico (para la externalidad positiva)?  1 = Oferentes no tienen voluntad de participar en asociación para mayor oferta de SE hídrico, la conservación no es atractiva por el momento.  1 = Oferentes no identifican la importancia de sus tierras para el SE-hídrico específico.  2 = Entre los oferentes existe un nivel de organización débil para la acción ambiental.  2 = Oferentes identifican la importancia de sus tierras para el SE-hídrico específico pero no tiene mayor interés o motivación por participar de un esquema de PSE hídrico.  3 = Existe una predisposición a la acción colectiva para una mayor oferta hídrica y participar del esquema.  3 = Oferentes identifican la importancia de sus tierras en la prestación de SE-hídrico específico y tiene motivación por participar individualmente de un esquema de PSE hídrico</p>		

2. Condiciones de gobernabilidad	CGob= $\sum C_i/n$	
<p>2.1. Visión estratégica de la localidad que incorpora el tema ambiental promovida mediante una voluntad política</p> <p>2.1.1. Plan de desarrollo local con visión estratégica que sirve de marco a un esquema de PSE  ¿Existe planes de desarrollo local con visión estratégica que priorice la búsqueda de soluciones al problema hídrico?  1 = Existen algunos planes desarticulados o sectorizados y no hay una visión conjunta por el desarrollo  2 = Existe planes de desarrollo articulados pero con débil visión estratégica de la localidad, se construyó con escasa participación de la sociedad y promueve algunas acciones ambientales  3 = Existe planes de desarrollo integral con visión estratégica de largo plazo, se construyó participativamente, es resultado de acuerdos y consensos, está apropiada socialmente, y promueve prácticas ambientalmente sostenibles, en especial sobre el tema hídrico</p>		
<p>2.2. Actores locales con liderazgo y comprometidos con el desarrollo local</p> <p>* 2.2.1. Instituciones públicas o organizaciones reconocidas por su liderazgo a nivel local  ¿Hay actores estratégicos con capacidad para convocar, concertar y movilizar a otros actores locales en el tema de la problemática del recurso hídrico? (identificar a los actores estratégicos)  0 = No hay actores con la capacidad de liderar procesos locales  1 = Hay actores con claro liderazgo pero actualmente desligados de la esfera pública  2 = Hay actores con claro liderazgo pero actualmente con débil capacidad de convocar, concertar y movilizar  3 = Hay personas e instituciones públicas y/o organizaciones sociales que tienen la capacidad de convocar, concertar y movilizar a un grupo representativo de personas e instituciones</p>		
<p>* 2.2.2. Organizaciones locales que promueven el desarrollo y la gestión hídrica  ¿Hay organizaciones que promuevan proyectos ambiental (gestión sostenible de recurso hídrico) en la localidad?  0 = No existe en la localidad organizaciones que promuevan proyectos en pro del bienestar público  1 = Existen en la localidad organizaciones que promueven proyectos en pro del bienestar público, pero no trabajan el tema ambiental  2 = Existen en la localidad organizaciones que promueven proyectos en bienestar público con débil incidencia en el tema ambiental  3 = Existen en la localidad organizaciones que desarrollan proyectos ambientales y en especial en protección y gestión de recursos hídricos</p>		
<p>2.3. Relaciones propositivas entre actores estratégicos para alcanzar propósitos colectivos</p> <p>* 2.3.1. Relaciones constructivas entre el gobierno local, organizaciones sociales y sector privado (capital social)  ¿Existen relaciones constructivas de confianza, de redes de cooperación, de normas y de mecanismos de sanción entre actores estratégicos?  0 = Las relaciones entre el gobierno local, las organizaciones sociales y el sector privado son casi inexistentes o son destructivas o ilegales  1 = Las relaciones de confianza entre el gobierno local, las organizaciones sociales y el sector privado son débiles o están en construcción y fortalecimiento  2 = Relaciones de confianza en construcción entre el gobierno local, las organizaciones sociales y el sector privado se conducen por medios legítimos (normas de conducta claras y transparentes, respeto a la autonomía, hay espacio para el debate, etc.), con algún énfasis en temas ambientales  3 = Existe relaciones de confianza entre el gobierno local, las organizaciones sociales y el sector privado se conducen por medios legítimos y logran generar acuerdos y consensos para adelantar procesos locales entre actores locales, con énfasis en la problemática hídrica</p>		
<p>2.3.2. Marco legal en materia de recurso hídrico  ¿El marco legal es clara en materia del recurso hídrico y definen las competencias de los actores? Y ¿Es favorable para un esquema de PSE hídrico?  1 = No existe un marco legal que defina las reglas a seguir en materia del agua  2 = Existe un marco legal, pero este no se cumple  3 = Existe un marco legal que define las reglas a seguir en materia de recursos hídricos con aplicación limitada y sobreposición de competencias intersectoriales  3 = El marco legal define las reglas a seguir en materia de recursos hídricos y distribuye claramente las competencias entre los diferentes sectores y niveles territoriales (Nacional, regional, local). Este marco legal se cumple</p>		
<p>2.4. Capacidad institucional y buen gobierno</p> <p>2.4.1. Capacidad de gestión de recursos financieros y predisposición de asignación recursos para PSE-hídrico  ¿Actores locales líderes demuestran capacidad de planificación y gestión financiera?, ¿Existe predisposición de asignación de recursos financieros para el inicio y sostenibilidad de PSE-hídrico?  1 = Dependen de asignaciones presupuestales regulares, tienen capacidad de planificación, pero limitada capacidad de gestión financiera y de rendición de cuentas  2 = Gestión de otras fuentes financieras para proyectos/programas no ambientales con eficiente utilización y rendición. Pero no asignan recursos financieros suficientes para gestión de recurso hídrico.  3 = Gestión de otras fuentes financieras para proyectos/programas de gestión ambiental o recurso hídrico, uso eficiente y rendición transparente. Además, existe una predisposición de asignación de recursos financieros para el inicio y sostenibilidad de PSE hídrico</p>		
<p>2.5. Espacios de participación ciudadana consolidados</p> <p>* 2.5.1. Instancias de participación ciudadana en la localidad con incidencia en los asuntos públicos  ¿Existen instancias de participación ciudadana en la localidad?, ¿se ven estas instancias reflejadas en la toma de decisiones de los gobernantes?  0 = No existen en la localidad instancias de participación ciudadana  1 = Existen en la localidad instancias esporádicas de participación ciudadana (actores privados y sociales) que son consultadas por el gobierno local en temas de interés público pero no ambientales</p>		

2 = Existen en la localidad instancias esporádicas de participación ciudadana (actores privados y sociales) que son consultadas por el gobierno local en temas de interés público y considera el tema ambiental 3 = Existen instancias de participación ciudadana que son consultadas por el gobierno local y tienen incidencia en la planeación de los programas y proyectos ambientales		
<b>3. Marco institucional</b>		CIns= $\sum C_i/n$
3.1. Condiciones de escala de intervención de PSE hídrico		
3.1.1. Viabilidad del espacio de intervención para el esquema de PSE ¿El espacio para la protección de recurso hídrico está definida por la demanda del SE y está regulada por ordenanzas y normatividades locales? 1 = Existen espacios potenciales para la protección o son muy extensas que no están claramente definidas ni reguladas con normas 2 = Espacios para la protección de recurso hídrico claramente definida o están regulada con normatividades nacional o internacional 3 = Espacio de intervención para protección de recursos hídrico está definido y regulada con normatividades locales.		
3.2. Reconocimiento y aceptación de instituciones clave para la administración de un esquema de PSE local * 3.2.1. Agencias a nivel local con el reconocimiento y aceptación necesarios para administrar un esquema de PSE ¿Existe alguna institución local con el reconocimiento y aceptación de la población necesaria para que administre un esquema de PSE incluyendo la realización de cobros y manejo de fondos? 0 = No existe ninguna agencia o institución en la localidad con el reconocimiento y aceptación necesarios para administrar un esquema de PSE hídrico 1 = Existen instituciones o agencias que gozan aceptación escasa por una minoría de la población. 2 = Existen instituciones o agencias que gozan de cierto nivel de aceptación por una mayoría de la población 3 = Existen en la localidad una institución o agencia reconocida y aceptada por la mayoría de la población y que goza de la confianza para administrar el esquema de pago por servicios ecosistémico hídrico		
3.3. Capacidades de planeación e implementación * 3.3.1. Capacidades de planeación y operatividad de las instituciones locales ¿Tienen las instituciones locales el recurso humano y técnico necesario para planear y desarrollar un esquema de PSA? 0 = No, y no existe interés en adquirir esta capacidad 1 = No, pero se planea fortalecer a la institución en este campo en el futuro 2 = No, pero están en procesos de contratación o los fondos están disponibles 3 = Sí, con voluntad política y con fondos asignados		
3.4. Derechos de propiedad y mecanismo de compensación * 3.4.1. Seguridad en los derechos de propiedad de la tierra prestadoras SE ¿Tienen los posibles proveedores de servicios ambientales derechos de propiedad seguros sobre sus tierras? 0 = No, o con muchos conflictos por la tenencia 1 = Sí, pero con frecuentes conflictos por la tenencia 2 = Sí, pero con escasos conflicto de tenencia, puede ser privado o comunal 3 = Sí, de tipo privado 3 = Sí, de tipo asociado claramente establecidas		
3.4.2. Mecanismos viables para la compensación a los proveedores ¿Existen formas de compensación o incentivos por las buenas prácticas agrícolas y son aceptados por los oferentes? 1 = Oferentes no tienen mayor interés de participación de un esquema de PSE o no existe mecanismo de compensación que les sea atractivo. 2 = Oferentes de SE hídrico están claramente informados o identifican algunos mecanismos favorables o atractivos, pero por el momento no tienen mayor interés de participar 3 = Oferentes informados identifican mecanismo de compensación más convenientes resultado de la implementación de buenas prácticas agrícolas o de protección, tienen interés de participación.		
3.4.3. Instrumentos de gestión de recursos naturales operativas ¿Existe plan de ordenamiento territorial, de manejo de cuenca, y/u otros instrumentos de gestión recurso hídrico? Y están siendo operativizados 1 = Existen algunos leyes y lineamientos generales para el manejo de cuenca, implementación de algunos proyectos desarticulados 2 = Existe plan de ordenamiento territorial u otros instrumentos para el manejo de recursos naturales pero no están siendo operativas plenamente 3 = Sí, los planes son instrumentos de gestión que están siendo operativizados y es de prioridad en la agenda ambiental		
3.5. Administración económica de los servicios hídricos 3.5.1. Instituciones que administran el sistema de cobro por recursos hídricos ¿Existe alguna organización local que administra el sistema de cobro por agua para consumo humano, riego, recreación, otros (si se presenta este cobro)? Y ¿Proyectan reinversión para la conservación del recurso hídrico? 1 = No existe. 2 = Existe una organización encargada del cobro de los recursos hídricos, pero la administración se hace a nivel del gobierno central y es insignificante la reinversión de fondos. 3 = Existe una organización local encargada del cobro y administración de los recursos hídricos, y proyectan la reinversión de fondos en base a proyectos de conservación		
3.5.2. Eficiencia del sistema de cobro actual Para los últimos cinco años, señale cuáles son los niveles de morosidad en el pago por la prestación de servicios de agua para consumo humano (y por otros tipos de usos) 1 = La morosidad supera el 30%		

2 = Entre un 15 y un 30% de los abonados son morosos 3 = La morosidad es menor a un 15%		
<b>4. Condiciones de demanda de SE hídrico</b>	<b>CDem= <math>\sum Ci/n</math></b>	
4.1. Existencia de beneficiarios del SE de protección del recurso hídrico		
4.1.1. Potenciales beneficiarios /demandantes del SE ¿Quiénes son los potenciales beneficiarios de un programa de manejo de cuencas tendiendo a incrementar la provisión de SE hídrico? 1 = Beneficiarios de tipo familiar en pozos artesanales dispersos o tomas de agua en el río 2 = Poblado pequeño (<100 familias) 3 = Ciudad (sistema de agua potable) 3 = Carácter industrial o empresarial 3 = Riego con producción para el mercado 3 = Hidroeléctrica(s) 3 = Varios de los anteriores		
* 4.1.2. Grado de concentración espacial de beneficiarios Por medio del análisis de un mapa de la localidad califique el nivel de concentración espacial de los posibles beneficiarios del servicio ecosistémico hídrico 0 = Beneficiarios dispersos con fuentes de agua originadas en distintas zonas de recarga 1 = Beneficiarios dispersos con múltiples fuentes de agua 2 = Beneficiarios dispersos con pocas fuentes de agua 3 = Beneficiarios concentrados (pobladitos, ciudades, complejos industriales) con escasas o únicas fuentes de agua.		
4.1.3. Grado de asociación y concertación ¿Cómo considera que es el nivel de interlocución de las personas que hacen uso del servicio de agua potable, usuarios de riego (si existe) y otros usuarios? 1 = Escaso nivel de interlocución entre los potenciales beneficiarios de SE 2 = Existe pocos canales de comunicación entre los potenciales beneficiarios de SE 3 = Existen organizaciones o asociaciones que representan a los potenciales beneficiarios de SE y son proactivas por el tema del agua		
4.2. Situación económica de los beneficiarios/demandantes de SE		
* 4.2.1. Caracterización de fuentes de ingreso ¿Cómo describiría usted las principales fuentes de ingreso de los beneficiarios del SE hídrico? 0 = Los beneficiarios no tiene fuentes de ingreso definidas 1 = La totalidad de ingresos de la población proviene de actividades primarias (explotación de los recursos naturales) 2 = Se presenta algún nivel de diversificación de las fuentes de ingreso pero las alternativas están restringidas sólo a algunos pocos (No aplica en el caso de industrias) 3 = Se presenta una diversidad de fuentes de generación de ingresos en las que participa la población local.		
4.2.2. Ingreso por familia ¿Considera usted que el ingreso promedio por familia de la comunidad es suficiente para cubrir las necesidades básicas? 1 = La minoría de las familias pueden cubrir sus necesidades básicas 2 = Cerca de la mitad de las familias pueden cubrir sus necesidades básicas 3 = La mayoría de las familias pueden cubrir sus necesidades básicas con holgura		
4.3. Voluntad de contribuir a un esquema de PSE		
* 4.3.1. Existencia de cultura de pago por el agua ¿Existe tarifa de cobro por el uso del agua (consumo, riego, hidroeléctrico, recreación y otros)? 0 = No, el agua es gratuita y existe una fuerte oposición al cobro de tarifas 1 = No, el agua es gratuita 2 = Existe un sistema de cobro basado en una tarifa fija, es decir, independiente del consumo 3 = Existe un sistema de cobro volumétrico del agua		
* 4.3.2. Voluntad de pago ¿Existe voluntad de pago positiva por incrementos en el SA hídrico? 0 = No, los beneficiarios parecen no estar dispuestos a pagar nada por incrementos en la provisión de SA 1 = Sí, pero parece que esa VP es muy dudosa, desconfía del esquema 2 = Sí, y la VP es muy baja 3 = Sí, incluso parece que esa voluntad de pago es lo necesario o incluso alta		
* 4.3.3. Número de beneficiarios urbano o periurbano ¿Cuántas familias serían potenciales beneficiarias de un programa para aumentar la provisión de SE hídrico? (identificar por cada tipo de uso) 0 = menos de 100 familias 1 = 100 – 500 familias 2 = 500 – 5000 familias 3 = más de 5000 familias		
-	<b>Condición global</b>	<b>CG= <math>\sum Ci/N</math></b>
<b>Nota:</b>		

Calificar el verificador

**Anexo 12. Listado de actores claves entrevistados para taller de diagnóstico de la condiciones mínimas si la subcuenca tiene las condiciones para el establecimiento de un esquema de PSEH en la parte alta.**

No.	Institución, Asociación, Grupo, Empresa, Proyecto o Localidad	Contacto	Teléfono	Correo Electrónico	
1	Alcalde de Boquete	Lizzie M. Espinoza Reyes	720-1261	<a href="mailto:relacionespublicaboq@hotmail.com">relacionespublicaboq@hotmail.com</a>	<b>Representantes de instituciones representativas de la microcuenca</b>
2	Encargado de reparación de Acueducto Boquete	Germán Castillo	67430651	<a href="mailto:kelly247@hotmail.com">kelly247@hotmail.com</a>	
3	Asociación para el Desarrollo Integral de Boquete (ADIB)	María E, Ruiz	6672-3786	<a href="mailto:adib.boquete@gmail.com">adib.boquete@gmail.com</a> , <a href="mailto:maria.ruiz@yahoo.com">maria.ruiz@yahoo.com</a>	
4	Fundación Vida, Salud, Ambiente y Paz (FUNDAVISAP)	Gladys B. Rodríguez	telefax 720-3315 / 6706-5657	<a href="mailto:fundavisap@hotmail.com">fundavisap@hotmail.com</a> , <a href="mailto:pnbvsurv@yahoo.com">pnbvsurv@yahoo.com</a>	
5	AES Panamá	Evidelio R. Serrano Prados	772-57-28 / 772-5150 fax 772-57-30 6430-4626	<a href="mailto:evidelio.aes.com">evidelio.aes.com</a>	
6	IDIAP	José Lezcano	720-31-07	<a href="mailto:josealb@yahoo.com">josealb@yahoo.com</a>	
7	MIDA	Jorge O'Brien	720-41-93 / 66339341	<a href="mailto:jorgea1117@hotmail.com">jorgea1117@hotmail.com</a>	
8	ANAM	Ernesto De Obaldía	775-31-63 / 67408481	<a href="mailto:ernesto.obaldia@anam.gob.pa">ernesto.obaldia@anam.gob.pa</a>	
9	ANAM	Marta Valdez	720-3057	<a href="mailto:marthav647@hotmail.com">marthav647@hotmail.com</a>	
10	UNACHI	Catalina Espinoza de Barría	6798-49-57	<a href="mailto:esvecaellabsig@gmail.com">esvecaellabsig@gmail.com</a>	
11	CATHALC	Noel Trejos	317-3208/ 6618-2273	<a href="mailto:noel.trejos@cathalac.org">noel.trejos@cathalac.org</a>	
12	Bajo mono	Isaac Quiel	6609-5286	<a href="mailto:isaacqui03@yahoo.com">isaacqui03@yahoo.com</a> <a href="mailto:isaacqui03@gmail.com">isaacqui03@gmail.com</a>	<b>Oferentes servicios ecosistémico hídrico</b>
13	Quebrada Grande	Guillermo Bell	6543-91-96	<a href="mailto:niviabell@hotmail.com">niviabell@hotmail.com</a>	
14	Bajo mono y Camiseta	Graciano Cruz	720-11-13 / 6677-7855	<i>no tiene</i>	
15	Callejon Seco	Edgar Javier Castillo	6627-1122	<a href="mailto:castillodelasfresas@gmail.com">castillodelasfresas@gmail.com</a>	
16	Los Jaramillos	Héctor González	6693-4862 / 720-2092	<a href="mailto:pacoblacksmith22@hotmail.com">pacoblacksmith22@hotmail.com</a>	
17	Horqueta, Alto Jaramillo	Héctor Vargas	6654-5536	<a href="mailto:boqueteexpedition@yahoo.es">boqueteexpedition@yahoo.es</a>	
19	Bajo Mono, Bajo Chorro y Alto Chiquero	Manuel Boutet	6112-49-99 /	<a href="mailto:manuel@masterkeypanama.com">manuel@masterkeypanama.com</a>	
21	Alto Boquete	Eileen Laws	6699-21-30	<a href="mailto:gracel85@gmail.com">gracel85@gmail.com</a>	<b>Beneficiarios servicios ecosistémico hídrico</b>
22	Alto Boquete	María de Lezcano	730-83-57	<a href="mailto:jose_alb@yahoo.com">jose_alb@yahoo.com</a>	
23	Bajo Boquete	Roderick NG	720-31-68	<a href="mailto:RNGW17@gmail.com">RNGW17@gmail.com</a>	
24	Los Naranjos	Félix Sabin	6699-3390	<a href="mailto:felixsabin14@gmail.com">felixsabin14@gmail.com</a>	
25	Bajo Boquete	Alma Gómez	720-41-93	<a href="mailto:almita03@hotmail.com">almita03@hotmail.com</a>	
26	Alto Boquete	Romina Serrano	720-46-30	<a href="mailto:ss03@hotmail.com">ss03@hotmail.com</a>	

## Anexo 13. Formato de entrevista para recolección de información a oferentes de servicios ecosistémicos hídricos en cuenca alta del río Caldera.



### Ficha de entrevista a oferentes de servicios ecosistémico hídrico

Diagnóstico de las condiciones mínimas para establecer un esquema de SE hídrico en la cuenca alta de río Caldera.

#### Guía de entrevista

Buenos días mi nombre es Juan Tomas Arosemena soy estudiante investigador del CATIE, estoy realizando entrevistas para diagnosticar las condiciones oferta y demanda de agua, las condiciones de gobernanza y marco institucional sobre la gestión del agua cuenca alta río Caldera con la información brindada por usted, de pobladores y representantes de instituciones se determinará si existen las condiciones para diseñar un esquema de pago por servicio ecosistémico hídrico, con el fin de promover el manejo y protección del agua en la microcuenca. Debe tomarse en cuenta los servicios ecosistémicos hídricos que provee las cuencas hidrológicas benefician a la población, a los productores, a las empresas e industrias, y estos son: incrementar o estabilizar la cantidad de agua durante el año y en época seca, reducir las crecidas máximas en época lluviosa, controlar la concentración de carga y suspensión de sedimentos, diluir los residuos contaminantes vertidos, mejorar la calidad del agua, entre otros. Solo necesito que usted me brinde 45 minutos de su tiempo para responder a algunas preguntas. Además, tenga la seguridad que la información proporcionada por usted será manejado con absoluto anonimato. Por favor, le recuerdo que no existe respuesta incorrecta, todos sus aportes son valiosos y bienvenidos.

Fecha: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Entrevista N° \_\_\_

*En esta parte se trata de conocer a la persona que estamos entrevistando, su ubicación dentro de la cuenca, extensión de propiedad de tierra que presta SE hídrico, tipo de producción y su vinculación con alguna organización que tiene como área de influencia la sub cuenca en estudio.*

#### Datos generales

1. Nombres y apellidos
2. Grupo etario: Joven <25\_\_ A25/60\_\_AM>60\_\_
3. Sexo: M\_\_F\_\_
4. N° personas en casa: \_\_\_
5. Nivel de escolaridad: NE\_\_P\_\_S\_\_SP\_\_
6. Comunidad: \_\_\_\_\_
7. Ubicación de la propiedad: \_\_\_\_\_
8. Superficie total: \_\_\_Ha
9. Ubicación en la cuenca: Alta\_\_Media\_\_Baja\_\_
10. ¿Pertenece a alguna organización? Si\_\_No\_\_ ¿Cuál? \_\_\_\_\_
11. ¿Qué cargo ocupa? \_\_\_\_\_
12. ¿Cuál es la capacitación que ha recibido últimamente? Y ¿en tema de agua o servicios ambientales? \_\_\_\_\_

#### Situación de la oferta de servicio ecosistémico hídrico de la microcuenca

*En esta parte se trata de determinar los servicios ecosistémicos hídrico específico (las externalidades positivas y negativas) con potencial para establecer un esquema de PSE hídrico en la microcuenca en estudio; asimismo, los factores que inciden en su vulnerabilidad, manejo y protección de las principales fuentes y cuerpos de agua, la condición socioeconómica y predisposición de los propietarios de tierras (oferentes) para participar del esquema.*

13. Dentro de la microcuenca ¿Cuáles son los usos del agua? ¿Quiénes se benefician? Para ellos, ¿Cuáles servicios ecosistémicos hídricos son beneficiosos? ¿Puede citarlos en orden de importancia para el desarrollo económico y social en la microcuenca? (usar lista de SE hídrico)
  14. ¿Usted conoce los riesgos naturales presentes o desastres ocurridos relacionado con el agua? ¿Cuáles y dónde están ubicadas? ¿Continúa el riesgo? ¿Qué acciones preventivas es necesario?
  15. ¿Cuáles son las principales nacientes y fuentes de agua para consumo? ¿La cantidad se mantiene, disminuyó o aumentó?
- ¿Cómo es la calidad del agua (sabor, olor, turbidez, patógenos? ¿Se presentaron casos de enfermedades diarreicas por problemas del agua?

16. ¿Dónde están las áreas de recarga o mayor infiltración de agua de lluvia que alimenta a las nacientes y ríos? ¿Cómo están protegidas? ¿Qué prácticas de protección recomienda?
17. ¿Cuáles son los principales ríos, quebradas, humedales o pozos de agua? ¿Cómo están conservadas sus riberas? ¿Son aptos para el riego? ¿Hay cambios en su calidad y cantidad?
18. En los últimos años, ¿Cuáles son las actividades de los pobladores y empresas que están generando problemas en la calidad, cantidad y uso del agua? ¿Quiénes los ocasionan? ¿Dónde ocurren?
19. ¿Considera que las tierras de los vecinos ubicadas cercanas a las nacientes o riberas de ríos son importantes? ¿Por qué?  
¿Si fuera necesario realizar trabajos de conservación y protección en esas áreas estaría sus vecinos dispuesto a participar de manera voluntario?
20. ¿Considera que se debería incentivar a aquellos que realizan conservación y protección en las nacientes, zonas de recarga y riberas de ríos? ¿Cuáles serían esas formas más atractivas de incentivarlos?
21. Para sus vecinos ¿Cuáles son las actividades que generan mayores ingresos en sus fincas? ¿Tienen otros trabajos o envíos de dinero de familiares? ¿Con todo el ingreso es suficiente para mantenerse cómodamente? ¿Cuánto pagan por la electricidad? ¿Por el agua? ¿Por el teléfono? ¿Por servicios municipales? ¿Por combustible para su carro?

#### Lista de servicios ecosistémicos hídricos de la cuenca

SERVICIOS ECOSISTEMICOS HIDRICOS		Orden de importancia
	Cantidad de agua durante todo el año (caudal anual) se incremente o estabilice	
	Diluir la concentración de contaminantes vertidos (residuos líquidos, sólidos, fertilizantes, plaguicidas, etc.)	
	Cantidad mínima de agua en época seca (caudal mínimo) se incremente o mantenga	
	Calidad del agua con menor carga microbiana, sea potable para diversos usos, y esto se mantenga o mejore	
	Reducción de crecidas o desbordes en época lluvioso (caudales máximos)	
	Mínima concentración de carga y suspensión de sedimentos en el agua	
	Mantiene el hábitat para la biodiversidad acuática, fauna y flora silvestre	
	Mantiene la belleza escénica del paisaje	
	Regula el microclima local	
	Y otros ¿Cuál? .....	

#### Condiciones de gobernanza para un esquema de PSE hídrico

*En esta parte se trata de determinar las capacidades de los actores locales presentes en la microcuenca para enfrentar los retos y aprovechar las oportunidades de liderar el desarrollo de gestión hídrica; tales capacidades son: una visión estratégica compartida, desarrollo de liderazgo institucional, interacción de actores, desempeño y sus buenas prácticas de gobernabilidad y participación ciudadana efectiva.*

22. Con respecto al desarrollo del Distrito ¿Cómo percibe el escenario futuro del cantón? ¿Considera al agua como un recurso estratégico para su desarrollo? ¿Por qué?
23. ¿Existe voluntad política de las autoridades y líderes para el manejo sostenible de RRNN y del agua? ¿Cuáles son las decisiones y acciones tomadas en los últimos años?

24. ¿Qué instituciones públicas y/o privadas promueve la protección del medio ambiente? ¿Cuál tienen capacidad de gestión de proyectos de manejo RRNN? ¿Han demostrado resultados en protección del agua? ¿Cuál tiene capacidad de convocatoria y liderazgo? O ¿Quién genera confianza?
25. De las organizaciones o instituciones líderes identificadas ¿Podría decir quiénes tendría predisposición de asignar recursos financieros para protección del agua o para iniciar esquemas de PSE hídrico?
26. ¿Cuáles son los espacios de participación del pueblo para decidir o proponer acciones en bienestar del cantón? ¿Recuerda un caso cuando una propuesta se convirtió en incidencia política?
27. ¿Han ocurrido últimamente conflictos por el agua? ¿Cuándo? ¿Entre quiénes? ¿Por qué?

### **Marco institucional para la gestión de un esquema de PSE hídrico**

*En esta parte se trata de identificar la escala y los espacios de interacción entre oferentes y beneficiarios SE hídrico, el tamaño de las organizaciones líderes, la claridad de competencias interinstitucionales, el marco legal regulatorio sobre el recurso hídrico y las formas de incentivos y compensaciones adecuadas para establecer un esquema de PSE hídrico en la microcuenca.*

28. ¿Considera que sus tierras cosechan el agua de lluvia y luego alimentan a los acuíferos, nacientes y ríos? ¿Cuántos propietarios son en las áreas importantes de recarga hídrica? ¿Considera que la mayoría tiene voluntad de participar organizadamente?
29. Si necesitamos una institución que recaude los recursos de quienes pagan por él SE hídrico y luego pagar a quienes protegen ¿Cuál de las instituciones podría asumir ese rol? ¿Cómo califica su capacidad administrativa muy ágil o con muchos obstáculos? ¿Podría mejorarse? O en último de los casos será necesario organizar una nueva ¿Quién o quiénes (personas o instituciones) podrían convocar y liderar?
30. ¿Considera que existen leyes vigentes que establecen el derecho de propiedad de tierras y regula su uso, en especial donde se ubican las nacientes, zonas de recarga y riberas de ríos? ¿Cómo les favorece o afecta? ¿Considera que las propiedades en estas zonas están debidamente saneadas y seguras?
31. ¿Participó en la formulación o conoce si existe el plan de manejo de la cuenca, un plan de ordenamiento territorial (plan maestro) y/o plan de desarrollo estratégico del distrito boquete? ¿Podría mencionar algunos resultados, impactos o limitaciones de su implementación?

### **Identificación de la demanda de servicios ecosistémico hídrico en la microcuenca**

*En esta parte se trata de identificar a los beneficiarios del SE hídrico con una demanda concreta, su condición socioeconómica, capacidad y predisposición de participar del esquema y finalmente si existe la cultura de pago por el recurso hídrico en la microcuenca.*

32. ¿Cuál es la tendencia de la demanda de agua por cada sector: industria, urbanización, agroindustria, regantes, hidroeléctricas y otros? ¿Se evidencia crisis de agua para algún sector o usuario?
33. Si se estableciera una política de proteger las fuentes de agua y sus áreas de recarga ¿Considera que los propietarios de tierras estarían dispuestos voluntariamente a proteger organizadamente o individualmente ¿El valor que estarían los vecinos dispuesto a recibir sería alto, lo necesario o bajo?
34. Sus vecinos ¿Cómo preferirán recibir el incentivo especies, préstamos, exoneraciones tributarias, capacitación, en efectivo u otros? ¿A largo plazo podrá mantenerse?

### **DESPEDIDA:**

36. ¿Alguna opinión, sugerencia o recomendación adicional que quisiera agregar al tema?  
¿Quién sería otro propietario de tierras cercanas nacientes, área de recarga, bosques y ribera de río me recomienda entrevistar?

---

Quiero agradecerle por el tiempo y la atención, y sobre todo por permitir conocer un poco su comunidad.

## Anexo 14. Formato de entrevista para recolección de información a beneficiarios de servicios ecosistémicos hídricos en cuenca alta del río Caldera.



### Ficha de entrevista a beneficiarios de servicios ecosistémico hídrico

Diagnóstico de las condiciones mínimas para establecer un esquema de SE hídrico en la cuenca alta de río Caldera.

#### Guía de entrevista

Buenos días mi nombre es Juan Tomas Arosemena soy estudiante investigador del CATIE, estoy realizando entrevistas para diagnosticar las condiciones oferta y demanda de agua, las condiciones de gobernanza y marco institucional sobre la gestión del agua cuenca alta río Caldera con la información brindada por usted, de pobladores y representantes de instituciones se determinará si existen las condiciones para diseñar un esquema de pago por servicio ecosistémico hídrico, con el fin de promover el manejo y protección del agua en la microcuenca. Debe tomarse en cuenta los servicios ecosistémicos hídricos que provee las cuencas hidrológicas benefician a la población, a los productores, a las empresas e industrias, y estos son: incrementar o estabilizar la cantidad de agua durante el año y en época seca, reducir las crecidas máximas en época lluviosa, controlar la concentración de carga y suspensión de sedimentos, diluir los residuos contaminantes vertidos, mejorar la calidad del agua, entre otros. Solo necesito que usted me brinde 45 minutos de su tiempo para responder a algunas preguntas. Además, tenga la seguridad que la información proporcionada por usted será manejado con absoluto anonimato. Por favor, le recuerdo que no existe respuesta incorrecta, todos sus aportes son valiosos y bienvenidos.

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Entrevista N° \_\_\_\_

*En esta parte se trata de conocer a la persona que estamos entrevistando, su ubicación dentro de la cuenca, tipo de empleo del jefe de familia, tipo de beneficio directo o indirecto del SE hídrico y su vinculación con alguna organización o institución que tiene como área de influencia la sub cuenca en estudio.*

#### Datos generales

1. Nombres y apellidos
2. Grupo etario: Joven <25\_\_ A25/60\_\_ AM>60\_\_
3. Sexo: M\_\_F\_\_
4. N° personas en casa: \_\_\_\_
5. Nivel de escolaridad: NE\_\_P\_\_S\_\_SP\_\_
6. Comunidad: \_\_\_\_\_
7. Ubicación de la propiedad: \_\_\_\_\_
8. Superficie total: \_\_\_\_Ha
9. Ubicación en la cuenca: Alta\_\_ Media\_\_ Baja\_\_
- Tipo de empleo del jefe de familia: Autoempleo\_\_ Serv.Privado\_\_ Serv.Público\_\_
10. ¿Qué tipo de beneficio directo o indirecto recibe del agua de la microcuenca?:  
Consumo\_\_ Hidroeléctrica\_\_ Riego\_\_ Turismo\_\_ Otros\_\_ ¿Cuál? \_\_\_\_\_
11. ¿Pertenece a alguna organización? Si\_\_ No\_\_ ¿Cuál? \_\_\_\_\_
12. ¿Cuál es la capacitación que ha recibido últimamente? Y ¿en tema de agua o servicios ambientales?  
\_\_\_\_\_;

#### Situación de la oferta de servicio ecosistémico hídrico de la microcuenca

*En esta parte se trata de determinar los servicios ecosistémicos hídricos específicos (las externalidades positivas y negativas) con potencial para establecer un esquema de PSE hídrico en la microcuenca en estudio; asimismo, los factores que inciden en su vulnerabilidad, manejo y protección de las principales fuentes y cuerpos de agua, la condición socioeconómica y predisposición de los propietarios de tierras (oferentes) para participar del esquema.*

13. Dentro de la microcuenca ¿Cuáles son los usos del agua? ¿Quiénes se benefician? Para ellos, ¿Cuáles servicios ecosistémicos hídricos son beneficiosos? ¿Puede citarlos en orden de importancia para el desarrollo económico y social en la microcuenca? (usar lista de SE hídrico)
14. ¿Usted conoce los riesgos naturales presentes o desastres ocurridos relacionado con el agua? ¿Cuáles y dónde están ubicadas? ¿Continúa el riesgo? ¿Qué acciones preventivas es necesario?

15. ¿Cuáles son los principales ríos, quebradas, humedales o pozos de agua? ¿Cómo están conservadas sus riberas? ¿Son aptos para el riego? ¿Hay cambios en su calidad y cantidad?
16. En los últimos años, ¿Cuáles son las actividades de los pobladores y empresas que están generando problemas en la calidad, cantidad y uso del agua? ¿Quiénes los ocasionan? ¿Dónde ocurren?
17. ¿Cómo observa el crecimiento poblacional y la expansión urbana? y éste ¿Cómo afecta al agua?
18. ¿Cuál es el estado de la infraestructura de la red de agua potable, desde la captación hasta el usuario final? ¿Hubo cortes del servicio de agua? ¿Cuáles fueron las razones? ¿Hubo reclamos?
19. ¿Considera que se debería incentivar a aquellos que realizan conservación y protección en las nacientes, zonas de recarga y riberas de ríos? ¿Cuáles serían esas formas más atractivas de incentivarlos?

#### Lista de servicios ecosistémicos hídricos de la cuenca

SERVICIOS ECOSISTEMICOS HIDRICOS		Orden de importancia
	Cantidad de agua durante todo el año (caudal anual) se incremente o estabilice	
	Diluir la concentración de contaminantes vertidos (residuos líquidos, sólidos, fertilizantes, plaguicidas, etc.)	
	Cantidad mínima de agua en época seca (caudal mínimo) se incremente o mantenga	
	Calidad del agua con menor carga microbiana, sea potable para diversos usos, y esto se mantenga o mejore	
	Reducción de crecidas o desbordes en época lluvioso (caudales máximos)	
	Mínima concentración de carga y suspensión de sedimentos en el agua	
	Mantiene el hábitat para la biodiversidad acuática, fauna y flora silvestre	
	Mantiene la belleza escénica del paisaje	
	Regula el microclima local	
	Y otros ¿Cuál? .....	

#### Condiciones de gobernanza para un esquema de PSE hídrico

En esta parte se trata de determinar las capacidades de los actores locales presentes en la microcuenca para enfrentar los retos y aprovechar las oportunidades de liderar el desarrollo de gestión hídrica, tales capacidades son: una visión estratégica compartida, desarrollo de liderazgo institucional, interacción de actores, desempeño y buenas prácticas de gobernabilidad y participación ciudadana efectiva.

21. Con respecto al desarrollo del cantón ¿Cómo percibe el escenario futuro del cantón? ¿Considera al agua como un recurso estratégico para su desarrollo? ¿Por qué?
22. ¿Existe voluntad política de las autoridades y líderes para el manejo sostenible de RRNN y del agua? ¿Cuáles son las decisiones y acciones tomadas en los últimos años?
23. ¿Qué instituciones públicas y/o privadas promueve la protección del medio ambiente? ¿Cuál tienen capacidad de gestión de proyectos de manejo RRNN? ¿Han demostrado resultados en protección del agua? ¿Cuál tiene capacidad de convocatoria y liderazgo? O ¿Quién genera confianza?
24. De las organizaciones o instituciones líderes identificadas ¿Podría decir quiénes tendría predisposición de asignar recursos financieros para protección del agua o para iniciar esquemas de PSE hídrico?
25. ¿Cuáles son los espacios de participación del pueblo para decidir o proponer acciones en bienestar del cantón? ¿Recuerda un caso cuando una propuesta se convirtió en incidencia política?
26. ¿Han ocurrido últimamente conflictos por el agua? ¿Cuándo? ¿Entre quiénes? ¿Por qué?

### **Marco institucional para la gestión de un esquema de PSE hídrico**

*En esta parte se trata de identificar la escala y los espacios de interacción entre oferentes y beneficiarios SE hídrico, el tamaño de las organizaciones líderes, la claridad de competencias interinstitucionales, el marco legal regulatorio sobre el recurso hídrico y las formas de incentivos y compensaciones adecuadas para establecer un esquema de PSE hídrico en la subcuenca.*

27. Usted es un beneficiario importante del agua ¿Cuántos usuarios, al igual que usted, hay en la comunidad? ¿Considera que la mayoría tienen la voluntad de participar con pagos para compensar a los que protegen las nacientes y áreas de recarga hídrica?
28. Si necesitamos una institución que recaude los recursos de quienes pagan por el SE hídrico y luego pagar a quienes protegen ¿Cuál de las instituciones podría asumir ese rol? ¿Cómo califica su capacidad administrativa muy ágil o con muchos obstáculos? ¿Podría mejorarse? O en último de los casos será necesario organizar una nueva ¿Quién o quiénes (personas o instituciones) podrían convocar y liderar?
29. ¿Los procesos de pago por servicio de agua potable, de riego e hidroeléctricas son ágiles, engorrosos o requieren mejorar? ¿Sabe si algunas veces o casi con frecuencia los vecinos caen en morosidad? ¿Por qué?
30. ¿Participó en la formulación o conoce si existe el plan de manejo de la cuenca, un plan de ordenamiento territorial (plan maestro) y/o plan de desarrollo estratégico del distrito de Boquete? ¿Podría mencionar algunos resultados, impactos o limitaciones de su implementación?

### **Identificación de la demanda de servicios ecosistémico hídrico en la microcuenca**

*En esta parte se trata de identificar a los beneficiarios del SE hídrico con una demanda concreta, su condición socioeconómica, capacidad y predisposición de participar del esquema y finalmente si existe la cultura de pago por el recurso hídrico en la microcuenca.*

31. ¿Cuál es la tendencia de la demanda de agua por cada sector: industria, urbanización, agroindustria, regantes, hidroeléctricas y otros? ¿Se evidencia crisis de agua para algún sector o usuario?
32. Con respecto a su demanda actual de agua ¿Cuál es su tendencia, se mantiene, disminuyó o aumentó? ¿Por qué? ¿Cuánto pagaron la última vez por el agua? ¿Electricidad? ¿Teléfono? ¿Combustible? y ¿Servicios municipales?
33. **A.** Con respecto a la economía familiar de los vecinos ¿Cuáles son sus principales fuentes de ingreso? ¿Sus ingresos son altos, medios o bajos? ¿Cómo considera su situación económica de los vecinos tiende a mejorar, se mantiene o empeora?
34. **B.** Considerando la situación económica actual del país ¿Cuál es la tendencia de las principales empresas productivas y de servicios? Y ¿Su condición económica y financiera es favorable?
35. Si se estableciera una política de proteger las fuentes de agua del cual se benefician los vecinos (o empresas) ¿Considera que los vecinos (otras empresas) estarían dispuestos voluntariamente con aportes para compensar a quienes protegen las fuentes de agua y por ende el SE hídrico en la microcuenca?
36. ¿Considera que el monto que estarían los vecinos (o empresas) dispuestos a pagar sería alto, lo necesario o bajo?

### **DESPEDIDA:**

37. ¿Alguna opinión, sugerencia o recomendación adicional que quisiera agregar al tema?  
*¿Quién sería otro vecino (o empresa) de la comunidad que me recomienda entrevistar? Pero que sean los mayores beneficiarios- usuarios de agua.*  
Quiero agradecerle por el tiempo y la atención, y sobre todo por permitir conocer un poco su comunidad.

## Anexo 15. Formato de entrevista para recolección de información a representantes de instituciones representativas en cuenca alta del río Caldera.

### Ficha de entrevista a representantes de instituciones representativas de la cuenca alta



Diagnóstico de las condiciones mínimas para establecer un esquema de SE hídrico en la cuenca alta de río Caldera.

#### Guía de entrevista

Buenos días mi nombre es Juan Tomas Arosemena soy estudiante investigador del CATIE, estoy realizando entrevistas para diagnosticar las condiciones oferta y demanda de agua, las condiciones de gobernanza y marco institucional sobre la gestión del agua cuenca alta río Caldera con la información brindada por usted, de pobladores y representantes de instituciones se determinará si existen las condiciones para diseñar un esquema de pago por servicio ecosistémico hídrico, con el fin de promover el manejo y protección del agua en la microcuenca. Debe tomarse en cuenta los servicios ecosistémicos hídricos que provee las cuencas hidrológicas benefician a la población, a los productores, a las empresas e industrias, y estos son: incrementar o estabilizar la cantidad de agua durante el año y en época seca, reducir las crecidas máximas en época lluviosa, controlar la concentración de carga y suspensión de sedimentos, diluir los residuos contaminantes vertidos, mejorar la calidad del agua, entre otros. Solo necesito que usted me brinde 45 minutos de su tiempo para responder a algunas preguntas. Además, tenga la seguridad que la información proporcionada por usted será manejado con absoluto anonimato. Por favor, le recuerdo que no existe respuesta incorrecta, todos sus aportes son valiosos y bienvenidos.

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Entrevista N° \_\_\_\_

*En esta parte se trata de conocer al personal directivo de la institución que estamos entrevistando, tiempo de operación de la institución, su ubicación dentro de la cuenca, sector a la que pertenece y destino de la producción/servicio.*

#### Datos generales

1. Nombres y apellidos: \_\_\_\_\_
2. Institución: \_\_\_\_\_ Privado \_\_\_ Público \_\_\_ Mix \_\_\_
3. Año de inicio de operaciones: \_\_\_\_\_
4. Cargo que ocupa: \_\_\_\_\_
5. Ubicación de operaciones: \_\_\_\_\_
6. Ubicación en Zona de la cuenca: Alta \_\_\_ Media \_\_\_ Baja \_\_\_
7. ¿Cuál es la capacitación que ha recibido últimamente? Y ¿en tema de agua o servicios ambientales?  
\_\_\_\_\_;

#### Situación de la oferta de servicio ecosistémico hídrico de la microcuenca

*En esta parte se trata de determinar los servicios ecosistémicos hídricos específicos (las externalidades positivas y negativas) con potencial para establecer un esquema de PSE hídrico en la microcuenca en estudio; asimismo, los factores que inciden en su vulnerabilidad, manejo y protección de las principales fuentes y cuerpos de agua, la condición socioeconómica y predisposición de los propietarios de tierras (oferentes) para participar del esquema.*

8. Dentro de la microcuenca ¿Cuáles son los usos del agua? ¿Quiénes se benefician? Para ellos, ¿Cuáles servicios ecosistémicos hídricos son beneficiosos? ¿Puede citarlos en orden de importancia para el desarrollo económico y social en la microcuenca? (usar lista de SE hídrico)
9. ¿Usted conoce los riesgos naturales presentes o desastres ocurridos relacionado con el agua? ¿Cuáles y dónde están ubicadas? ¿Continúa el riesgo? ¿Qué acciones preventivas es necesario?
10. ¿Cuáles son las principales nacientes y fuentes de agua para consumo? ¿La cantidad se mantiene, disminuyó o aumentó?
11. ¿Cómo es la calidad del agua (sabor, olor, turbidez, patógenos)? ¿Se presentaron casos de enfermedades diarreicas por problemas del agua?
12. ¿Cuáles son los principales ríos, quebradas, humedales o pozos de agua? ¿Cómo están conservadas sus riberas? ¿Hay cambios en la calidad y cantidad? ¿Son aptos para el riego?

13. ¿El agua de la cuenca se usa en generación hidroeléctrica? ¿Su calidad y cantidad contribuye o afecta en la planta de generación? ¿Cuál es la tendencia?
14. En los últimos años, ¿Cuáles son las actividades de los pobladores y empresas que están generando problemas en la calidad, cantidad y uso del agua? ¿Quiénes los ocasionan? ¿Dónde ocurren? ¿Las industrias o empresas tienen planes de gestión ambiental y uso eficiencia del agua? ¿Cómo lo hacen?
15. ¿Cómo observa el crecimiento poblacional y la expansión urbana? y éste ¿Cómo afecta al agua?
16. ¿Cuál es el estado de la infraestructura de la red de agua potable, desde la captación hasta el usuario final? ¿Hubieron cortes del servicio de agua? ¿Cuáles fueron las razones? ¿Hubo reclamos?
17. ¿Considera que se debería incentivar a aquellos que realizan conservación y protección en las nacientes, zonas de recarga y riberas de ríos? ¿Cuáles serían esas formas más atractivas de incentivarlos?

#### Lista de servicios ecosistémicos hídricos de la cuenca

SERVICIOS ECOSISTEMICOS HIDRICOS		Orden de importancia
	Cantidad de agua durante todo el año (caudal anual) se incremente o estabilice	
	Diluir la concentración de contaminantes vertidos (residuos líquidos, sólidos, fertilizantes, plaguicidas, etc.)	
	Cantidad mínima de agua en época seca (caudal mínimo) se incremente o mantenga	
	Calidad del agua con menor carga microbiana, sea potable para diversos usos, y esto se mantenga o mejore	
	Reducción de crecidas o desbordes en época lluvioso (caudales máximos)	
	Mínima concentración de carga y suspensión de sedimentos en el agua	
	Mantiene el hábitat para la biodiversidad acuática, fauna y flora silvestre	
	Mantiene la belleza escénica del paisaje	
	Regula el microclima local	
	Y otros ¿Cuál? .....	

#### Condiciones de gobernanza para un esquema de PSE hídrico

*En esta parte se trata de determinar las capacidades los actores locales presentes en la microcuenca para enfrentar los retos y aprovechar las oportunidades de liderar el desarrollo de gestión hídrica, tales capacidades son: una visión estratégica compartida, desarrollo de liderazgo institucional, interacción de actores, desempeño y buenas prácticas de gobernabilidad y participación ciudadana efectiva.*

18. Con respecto al desarrollo del Distrito ¿Cómo percibe el escenario futuro del Distrito? ¿Considera al agua como un recurso estratégico para su desarrollo? ¿Por qué?
19. ¿Cuál es su visión y misión institucional? ¿Considera importante el agua en su política institucional? ¿Está claramente definido las competencias sectoriales/institucional en el tema del agua? ¿Por qué?
20. ¿Cuáles son las organizaciones/instituciones con quienes implementan acciones conjuntas en tema ambiental o por el agua? ¿Existe niveles de confianza y de coordinación permanente? ¿Cómo hacen cumplir los acuerdos y compromisos?
21. De las instituciones identificadas ¿Quiénes tienen/tendría recursos financieros para protección del agua o para iniciar el diseño de esquemas de PSE hídrico?
22. ¿Existe voluntad política de las autoridades y líderes para el manejo sostenible de RRNN y del agua? ¿Cuáles son las decisiones y acciones tomadas en los últimos años?
23. ¿Cuáles son los espacios de participación del pueblo para decidir o proponer acciones en bienestar del cantón? ¿Recuerda un caso cuando una propuesta se convirtió en incidencia política?

24. ¿Han ocurrido últimamente conflictos por el agua? ¿Cuándo? ¿Entre quiénes? ¿Por qué?

#### **Marco institucional para la gestión de un esquema de PSE hídrico**

*En esta parte se trata de identificar la escala y los espacios de interacción entre oferentes y beneficiarios SE hídrico, el tamaño de las organizaciones líderes, la claridad de competencias interinstitucionales, el marco legal regulatorio sobre el recurso hídrico y las formas de incentivos y compensaciones adecuadas para establecer un esquema de PSE hídrico en la microcuenca.*

25. ¿Considera que existen muchos beneficiarios-usuarios de SE hídrico en la cuenca? ¿Están organizados? Y ¿Los propietarios de tierras cercanas a nacientes o de áreas de recarga son muchos o pocos? ¿Están organizados? ¿Cómo establecer los medios de coordinación entre ellos?

26. ¿Considera las actuales fuentes y áreas de protección-recarga son suficientes para abastecer de agua a los presentes y futuras generaciones? ¿Dichas áreas están reguladas por ordenanzas o normatividades locales? ¿Cree que son convenientes? ¿Qué otras acciones son necesarias?

27. Si necesitamos una institución que recaude los recursos de quienes pagan por él SE hídrico y luego pagar a quienes protegen ¿Cuál de las instituciones podría asumir ese rol? ¿Cómo califica su capacidad administrativa muy ágil o con muchos obstáculos? ¿Podría mejorarse? O en último de los casos será necesario organizar una nueva ¿Quién o quiénes (personas o instituciones) podrían convocar y liderar?

28. ¿Conoce si existen mecanismos normativos locales y/o nacionales que incluyen cobro por uso o degradación del recurso agua? ¿Cuáles son dichas normas? ¿Considera que existen transferencias de recursos del Estado a través de su institución, u otro sector para la gestión de los recursos naturales, en especial para protección del agua?

29. ¿Considera que existen normatividades vigentes que establecen y regulan el derecho de propiedad de tierras donde se ubican las nacientes, zonas de recarga y riberas de ríos y quebradas? ¿Cuáles son las que favorecen o limitan su protección? ¿Por qué?

30. Su institución ¿Participó en la formulación de planes (manejo de cuenca, plan regulador, ordenamiento territorial, desarrollo estratégico del cantón/distrito/cuenca)? ¿Cuáles son? ¿Están siendo implementados? ¿Cuáles son los resultados, impactos o limitaciones?

31. ¿Considera los cobros por el servicio de agua potable, agua para riego e hidroeléctricas es un proceso de cobro ágil, engorroso o requiere mejorar? ¿Conoce si las empresas beneficiarios del agua consideran un rubro para conservación del recurso hídrico? ¿Estima cuánto es por año? ¿Se han logrado invertir?

#### **Identificación de la demanda de servicios ecosistémico hídrico en la microcuenca**

*En esta parte se trata de identificar a los beneficiarios del SE hídrico con una demanda concreta, su condición socioeconómica, capacidad y predisposición de participar del esquema y finalmente si existe la cultura de pago por el recurso hídrico en la microcuenca.*

32. ¿Cuál es la tendencia de la demanda de agua por cada sector: industria, urbanización, agroindustria, regantes, hidroeléctricas y otros? ¿Se evidencia crisis de agua para algún sector o usuario?

33. Considerando la situación económica actual del país ¿Qué actividades productivas y servicios tiende a crecer aquí? ¿De las actuales empresas y negocios su condición económica y financiera es favorable?

34. Con respecto a la economía familiar promedio ¿Cuáles son sus principales fuentes de ingreso? ¿Sus ingresos son altos, medios o bajos? ¿Tiende a mejorar, se mantienen o empeoran?

35. Si se estableciera una política de proteger las fuentes de agua y sus áreas de recarga ¿Considera que los propietarios de tierras estarían dispuestos voluntariamente a proteger organizadamente o individualmente ¿El valor que estarían los vecinos dispuesto a recibir sería alto, lo necesario o bajo?

36. Y su institución ¿Estaría dispuesto a apoyar? ¿Cómo apoyarían? ¿Puede especificar cuáles serían su apoyo? (con recursos humanos, tecnología, etc.)

#### **DESPEDIDA:**

37. ¿Alguna opinión, sugerencia o recomendación adicional que quisiera agregar al tema?

Quiero agradecerle por el tiempo y la atención, y sobre todo por permitir conocer un poco su institución o empresa.

## Anexo 16. Precipitación mensual promedio de la estación finca Lérica ubicada en cuenca alta del río Caldera.



EMPRESA DE TRANSMISION ELECTRICA S.A.  
GERENCIA DE HIDROMETEOROLOGIA Y ESTUDIOS  
TOTAL MENSUAL DE PRECIPITACION - mm -

30-04-10

### FINCA LERIDA

Latitud 8° 48'00"  
Longitud 82° 29'00"  
Elevacion 1700  
Fecha Inicio 01-03-1963  
Tipo estacion CC

N° de estacion 108001  
Provincia CHIRIQUI  
Distrito BOQUETE  
Corregimiento BOQUETE

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Tot
1990	150.5	28.5	90.0	15.0	313.3	121.5	172.5	264.0	225.0	447.3	454.2	252.0	2533.8
1991	17.5	58.5	38.0	64.5	400.3	320.1	235.3	293.8	307.0	496.2	92.0	147.0	2470.2
1992	25.0	27.5	48.0	187.3	136.5	215.0	195.5	153.5	313.0	223.3	105.5	232.5	1862.6
1993	170.0	36.0	197.0	89.0	444.5	256.0	88.5	306.0	471.4	342.3	236.8	201.1	2838.6
1994	36.5	27.5	26.5	32.0	236.0	214.8	175.8	234.5	397.1	472.4	296.5	207.0	2356.6
1995	25.5	42.5	57.0	169.5	270.8	504.9	296.5	490.3	387.0	610.1	136.0	94.5	3084.6
1996	312.4	180.8	56.5	38.0	345.3	307.8	309.3	271.8	328.8	507.6	334.8	236.8	3229.9
1997	120.8	125.5	38.5	179.8	195.0	318.0	208.0	161.0	312.5	427.4	360.3	202.9	2649.7
1998	7.0	42.5	73.5	53.0	227.0	354.5	388.9	249.0	427.5	621.4	256.3	329.8	3030.4
1999	116.5	60.5 i	74.0	301.4	266.0	387.1	108.0	481.1	689.9	610.6	313.0	465.1	3873.2 i
2000	356.6	107.5 i	27.0	106.3	279.5	348.3	234.5	224.5	460.6 i	246.5	205.8	110.5	2707.6 i
2001	152.0	85.5	44.5	84.5	235.8	192.5 i	52.5 i	238.8	451.5	259.3	259.0	191.1	2247.0 i
2002	127.0	70.5	48.5	79.0	444.4	239.5	214.5	381.1	469.3 i	346.5	322.8	52.5	2795.6 i
2003	47.0	20.0	130.5	109.3	323.6	546.4	238.5	170.5	486.1	493.8	415.4	266.0	3247.1
2004	104.0	74.0	166.0	89.0	452.7	222.0	270.5 i	221.3	508.1	360.1	361.3	165.0	2994.0 i
2005	469.4	44.5	59.5	103.5	376.9	369.0	220.5	365.8	318.5	672.2	247.0	96.3	3343.1
2006	302.1	71.2	74.9	74.0	393.0	368.5	236.9	244.3	137.6	413.5	288.9	152.0	2756.9
2007	120.2	19.8	50.3	118.3	566.6	144.3	299.9	512.6	421.8	601.4	381.3	337.7	3574.2
2008	86.8	67.0	41.9	36.9	457.0	181.8	483.1	567.2	437.6	439.6	723.4	197.7	3720.0
2009	91.6	414.6	147.5	21.7	202.6	305.8	225.0	207.3	101.5	374.9	259.8	71.8	2424.1
<b>Prom</b>	141.9	80.2	74.5	97.6	328.3	295.9	232.7	301.9	382.6	448.3	302.5	200.5	2887.0
<b>Max</b>	469.4	414.6	197.0	301.4	566.6	546.4	483.1	567.2	689.9	672.2	723.4	465.1	3873.2
<b>Min</b>	7.0	19.8	26.5	15.0	136.5	121.5	52.5	153.5	101.5	223.3	92.0	52.5	1862.6

i = dato incompleto

## Anexo 17. Precipitación mensual promedio de la estación los Naranjos ubicada en cuenca alta del río Caldera.



EMPRESA DE TRANSMISION ELECTRICA S.A.  
GERENCIA DE HIDROMETEOROLOGIA Y ESTUDIOS  
TOTAL MENSUAL DE PRECIPITACION - mm -

30-04-10

### LOS NARANJOS

Latitud 8° 47'00"  
Longitud 82° 27'00"  
Elevacion 1200  
Fecha Inicio 01-12-1971  
Tipo estacion BC

N° de estacion 108017  
Provincia CHIRIQUI  
Distrito BOQUETE  
Corregimiento BOQUETE

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Tot
1990	44.4	14.7	23.8	0.0	331.6	117.6	162.8	239.8	234.7	410.7	559.0	155.5	2294.6
1991	2.5	17.7	60.2	83.3	348.4	339.9	198.0	218.8	394.3	409.0	81.9	64.8	2218.8
1992	2.5	3.6	24.0	190.9	140.1	219.8	171.2	177.7	300.3	258.3	139.1	146.4	1773.9
1993	84.5	7.8	46.5	82.7	399.3	269.8	78.4	309.1	470.5	370.1	195.4	99.9	2414.0
1994	10.3	5.7	13.8	92.4	334.2	223.9	120.4	250.5	406.1	489.2	299.4	112.4	2358.3
1995	17.8	16.7	29.4	119.2	174.9	640.2	259.0	439.0	373.8	550.6	98.6	89.7	2808.9
1996	131.8	75.2	26.7	47.5	328.3	317.6	329.3	310.0	275.5	411.7	249.1	133.3	2636.0
1997	82.5	46.6	58.4	185.6	147.7	223.7	184.8	111.9	263.4	494.3	305.3	46.3	2150.5
1998	10.6	41.9	14.1	16.4	171.4 i	356.9	436.3	338.8	477.1	489.2	180.4	257.0	2790.1 i
1999	63.5	48.3	24.6	222.4	229.8	304.5	83.4	501.3	673.9	745.8	267.4	220.6	3385.5
2000	192.4	40.2	5.6	73.0	374.1	333.2	274.8	224.1	572.6	201.4	176.0	71.9	2539.3
2001	75.6	19.9	57.3	33.4	294.5	210.3	158.6	205.3	479.8	294.8	234.8	108.1	2172.4
2002	36.2	13.5	6.1	27.4	316.4	252.6	170.1	433.5	545.3	413.4	201.8	23.0	2439.3
2003	7.3	3.2	68.3	193.9	381.5	478.9	232.0	135.4	381.8	460.2	193.8	115.2	2651.5
2004	62.4	22.9	42.1	30.2	356.2	132.7	270.9	167.7 i	353.0 i	425.7	247.4	90.0	2201.2 i
2005	250.7	11.1	118.3	36.1	274.7	369.2	240.9	373.3	268.5	598.4	205.8	48.7	2795.7
2006	187.7	21.3	20.7	65.2	134.2	382.1	286.3	207.0	156.6	414.2 i	245.9	97.1	2218.3 i
2007	31.4	2.1	21.8	117.3	503.3	187.6	210.6	340.2	382.5	490.0	215.0	213.0	2714.8
2008	34.5	29.0	21.2	19.6	478.1	230.1	485.7	556.2	406.7	450.3	503.3	128.4	3343.1
2009	25.7	201.3	108.7	11.5	216.6	408.4	161.4	189.0	125.9	419.2	305.3	58.4	2231.4
<b>Prom</b>	67.7	32.1	39.6	82.4	296.8	300.0	225.7	286.4	377.1	439.8	245.2	114.0	2506.9
<b>Max</b>	250.7	201.3	118.3	222.4	503.3	640.2	485.7	556.2	673.9	745.8	559.0	257.0	3385.5
<b>Min</b>	2.5	2.1	5.6	0.0	134.2	117.6	78.4	111.9	125.9	201.4	81.9	23.0	1773.9

i = dato incompleto

## Anexo 18. Caudales promedios mensuales promedios de la estación Caldera ubicada en cuenca alta del río Caldera.



EMPRESA DE TRANSMISION ELECTRICA, S.A.  
GERENCIA DE HIDROMETEOROLOGIA

29-04-10

CAUDALES PROMEDIOS MENSUALES (m<sup>3</sup>/S)

CALDERA, JARAMILLO ABAJO

Latitud: 08°44'50" N  
Longitud: 82°25'22" O  
Elevación: 995 m.s.n.m.  
Fecha Inicio: 01/01/1974  
Area Drenaje: 136 Km<sup>2</sup>

Estación: 108-02-06  
Tipo:  
Provincia: CHIRIQUI  
Distrito: BOQUETE  
Corregimiento: BOQUETE

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Prom Anual
1974										18.71	9.79	9.68	12.73 i
1975	8.20	7.37	4.90	5.77 *	6.12	8.16	10.64	10.48	17.85	15.89	25.23	25.41	12.17
1976	12.86 *	9.06	7.72	6.57	9.36	13.08	12.80	10.03	7.80	11.72	14.67	10.50	10.51
1977	7.33	5.53	5.24 *	4.85	5.75	9.01	9.75	10.14	8.91	12.34	8.65	5.28	7.73
1978	5.00	5.86	4.79	4.64	7.04	10.41	9.47	7.82	12.39	17.15	11.3	16.43	9.36
1979	7.47	5.78	5.82	11.43	10.72	11.50	7.47	9.70	16.9	19.30	23.54	10.48	11.68
1980	9.69	11.32	5.26	5.83	9.83	15.06	10.91	9.33 *	15.30 *	12.72	16.09	16.76	11.51
1981	10.64	8.87	9.54	9.99	10.19	19.34	11.18	11.58	15.11	17.67	17.44	13.68	12.94
1982	6.30	5.30	5.01	5.38	7.07 *	8.81 *	7.05	8.12	9.22	17.73	10.26	8.06	8.19
1983	7.35	4.75	4.75	4.00	5.53	7.59	9.16	8.12	11.05	11.71	11.10	8.44	7.80
1984	12.14 *	6.42	8.21	6.96 *	10.93	9.62	9.30	18.94 *	19.36 *	11.90 *	10.95 *	12.87 *	11.47
1985	8.57 *	6.95 *	6.33 *	5.33 *	5.56 *	8.29 *	7.64 *	9.96 *	8.63 *	9.43 *	8.89 *	7.90 *	7.79
1986	10.38 *	6.05 *	7.17 *	6.34 *	7.41 *	10.53 *	7.73 *	7.53 *	15.74 *	20.03 *	8.28 *	6.96 *	9.51
1987	6.59 *	6.45 *	4.56 *	6.46 *	6.42 *	6.38 *	7.12 *	10.26 *	10.26 *	16.23 *	10.08 *	9.76 *	8.38
1988	11.58	10.31	7.97	4.68	5.44	12.75	15.67	29.01	26.51 *	17.54 *	9.46 *	12.09 *	13.58
1989	8.65 *	8.85	7.07	5.51	6.16	8.71 *	9.12 *	7.17	12.22 *	11.88	9.43	14.28	9.09
1990	12.09	7.40 *	7.90 *	5.88	8.36	7.20	7.48	9.23	8.43	11.97	13.02	9.45	9.03
1991	4.54	4.70 *	4.27	4.22	5.17	6.37	6.78	7.85	7.38	13.34	10.48	12.40	7.29
1992	8.09	7.00	7.22	7.58	8.65	7.14	6.73	7.59	9.01	10.38	7.62	11.79	8.23
1993	8.49	6.46	9.99	6.00	9.87 *	9.77 *	6.93	10.69	15.95	12.89	11.25	12.6 *	10.07
1994	7.49	7.18	5.58	5.37	7.94	9.14	8.23	8.58	11.25	17.77	13.97	14.78	9.77
1995	7.82	6.71	4.44	4.59	5.98	12.83 *	10.96 *	14.61	11.96	17.35 *	11.68 *	10.19	9.93
1996	13.77	12.75	7.03	4.50	8.26	8.20	13.13	13.87	11.73	16.88	15.72	17.33 *	11.93
1997	8.34 *	12.49	9.38	6.11	9.05	9.57	10.17	8.03	7.93	14.24	12.72	12.50	10.04
1998	7.48	4.98	5.08	5.85	5.67	9.69	12.54 *	10.34 *	16.99 *	16.22 *	13.99	15.21	10.34
1999	9.72	9.38	6.62	7.66	11.17	10.79	8.56	11.15	16.55	20.81	18.63	20.24 *	12.61
2000	18.72	12.47	7.93	7.35	8.60	11.97	11.38	11.56	15.45 *	12.18 *	12.03	9.13 *	11.56
2001	9.61	9.46	4.92	6.62	8.74	11.52	10.92	10.20	13.57	11.37 *	14.24 *	13.52	10.39
2002	10.98	8.04	7.21	6.95	12.52	11.58 *	10.46	12.74	16.28 *	13.70 *	12.46 *	9.93 *	11.07
2003	7.64	6.90 *	5.04 *	6.80	9.21	14.03	11.03 *	10.05 *	12.18 *	21.28 *	13.54 *	9.65 *	10.61
2004	12.19 *	7.68 *	12.16	8.55	14.41	11.63	12.33	10.07	10.93	14.39	17.25	11.62	11.93
2005	24.11 *	10.54	5.47	6.58	7.61 *	7.98 *	9.24 *	9.29	10.51 *	15.75 *	15.47	8.90 *	10.95
2006	10.42 *	9.14 *	7.16 *	8.91 *	7.15 *	11.75	10.56 *	8.80	8.77	15.51 *	13.26 *	14.24 *	10.47
2007	11.36 i	5.62	i	i	i	i	9.49 i	11.14	i	i	20.51 i	i	11.62 i
Prom	9.87 i	7.81	6.62 i	6.35	8.18 i	10.32 i	9.75 i	10.73	12.88 i	15.09 i	13.32 i	12.18 i	10.36 i
Min	4.54	4.70	4.27	4.00	5.17	6.37	6.73	7.17	7.38	9.43	7.62	5.28	7.29
Max	24.11	12.75	12.16	11.43	14.41	19.34	15.67	29.01	26.51	21.28	25.23	25.41	13.58
Desv	3.78	2.30	1.89	1.66	2.25	2.76	2.14	4.04	4.22	3.18	4.17	4.03	1.68
C Var	0.325	0.198	0.162	0.143	0.194	0.237	0.184	0.347	0.363	0.273	0.359	0.347	0.162

i Incompleto, mes con datos faltantes  
\* Correlacionado o Estimado  
blanco ( ' ) Sin datos

i Incompleto, Promedio anual con datos faltantes