De la Sierra de las Minas al Valle de San Jerónimo: acciones locales para la gestión integrada del agua

"Fondo del agua del Sistema Motagua Polochic"

Ing. For. Alex Alí Guerra
Ing. For. María Susana Alvarado

Fundación Defensores de la Naturaleza
USAID DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA
PROARCA
PROARCA/PRODOMA
Componente Programa de Pequeñas Donaciones para el Manejo Ambiental
CATIE Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

Serie técnica
Informe técnico no. 343

De la Sierra de las Minas al valle de San Jerónimo: acciones locales para la gestion integrada del agua

"Fondo del agua del Sistema Motagua Polochic"

Alex Alí Guerra
María Susana Alvarado

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE
Turrialba, Costa Rica
2006

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) es un centro regional dedicado a la investigación y la enseñanza de posgrado en agricultura, manejo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Sus miembros regulares son: el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana y Venezuela. El presupuesto básico del CATIE se nutre de generosas aportaciones anuales de estos miembros.

La Fundación Defensores de la Naturaleza es una organización no gubernamental dedicada a la conservación y al manejo sostenible del patrimonio natural y cultural de Guatemala. Su trabajo contribuye a desarrollar el capital social y económico de la región con base en el uso sostenible de los recursos naturales.

© Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
ISBN

333.91
G934 Guerra, A.A.
De la Sierra de las Minas al valle de San Jerónimo: acciones locales para la gestión integrada del agua / Alex Alí Guerra ; María Susana Alvarado – Turrialba, C.R. : CATIE, 2006.
98 p. ; 24 cm. – (Serie técnica. Informe técnico / CATIE ; no. 343)

ISBN 9977-57-417-0

1. Ordenación de aguas – Guatemala 2. Conservación de aguas I. CATIE II. Título III. Serie

Esta publicación fue posible a través del apoyo de la Oficina Regional para el Desarrollo Sostenible, División para América y el Caribe de la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos y el CATIE.

La opinión expresada en este libro es la de sus autores y no necesariamente refleja el punto de vista de la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID).

Créditos:
Autores: Alex Alí Guerra
María Susana Alvarado

Asesoría Técnica: Oscar Manuel Núñez
Edición y supervisión gráfica: Alexandra Cortés
Diseño y diagramación: Silvia Francis
Unidad de Comunicación
CATIE

Fundación Defensores de la Naturaleza
USAID DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA
CCAD
PROARCA
PROARCA/PRODOMA
Componente Programa de Pequeñas Donaciones para el Manejo Ambiental
CATIE Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

Contenido

Presentación **5**

I. Introducción **7**

II. Contexto **9**

III. Investigación, monitoreo y valoración de los recursos hídricos **12**
3.1. Diagnóstico morfométrico y socioeconómico de la cuenca 13
a. Metodología 13
b. Resultados y principales conclusiones 15
3.2. Valoración económica del agua en la cuenca del río San Jerónimo 19
a. Marco conceptual 19
b. Valoración del agua para uso domiciliar 21
c. Valoración del agua utilizada en riego 25
d. Valoración del agua utilizada en piscicultura 35
e. Valoración del agua utilizada en generación de energía hidroeléctrica 40
f. Disposición de pago en el pueblo de San Jerónimo 44
g. Factibilidad de pago de usuarios de riego 48
3.3. Monitoreo del agua del río San Jerónimo 50
a. Marco conceptual 50
b. Metodología 51
c. Resultados y discusión 52
d. Conclusiones 55

IV. Participación e Involucramiento de los usuarios del agua **56**
4.1. Educación y sensibilización 57
4.2. Organización de los usuarios 60
a. Estructuras organizativas encontradas 61
b. Usuarios de agua domiciliar urbana 62
c. Asociación de Usuarios de Riego de San Jerónimo y Salamá 65
d. Otros usuarios y el Comité de Cuenca 66
4.3. Fortalecimiento municipal 69
4.4. Políticas, normas y reglamentos 70
a. Reglamento para el manejo sostenible del agua en el municipio de San Jerónimo, B.V. 70
b. Reglamento Interno del Comité Municipal del Agua 82

V. Lecciones aprendidas y reflexiones finales **85**

VI. Bibliografía **87**

VII. Anexos **91**

Presentación

La integralidad de los aspectos científicos con los sociales y los técnicos, nos lleva mucha veces a obtener mejores resultados y planificar en función de ellos hacia un desarrollo realmente sostenible.

Éste es el caso del estudio realizado en la cuenca del Río San Jerónimo donde se integró la participación de los diferentes actores, en este caso usuarios directos del agua, con los estudios técnicos y científicos realizados por Defensores de la Naturaleza.

Partiendo de lo general, como era el conocimiento de la situación de la cuenca hidrográfica, se inició un proceso participativo de estudio donde los propios usuarios determinaron cómo era su situación sobre el manejo del agua, cómo estaba la situación de sus vecinos y demás usuarios y qué futuro tenían ellos mismos sino se planificaba en forma integrada.

Con ello se priorizaron programas emergentes de sensibilización, educación, visita a sus fuentes de agua, medición de caudales e incluso los análisis más complicados como son capacidad y voluntad de pago. Durante todos estos procesos fue clave la participación y liderazgo del gobierno local, representado mediante su alcalde municipal y la excelente participación e involucramiento de la corporación municipal.

Esa serie de líneas de trabajo integrado son las que han hecho que los objetivos globales del Fondo del Agua del Sistema Motagua Polochic hayan encontrado un camino con un norte bien definido, sólido y, lo más importante, con aceptación y participación de todos los sectores.

Como lo observamos en la Figura 1, estamos ordenando un proceso donde el manejo del la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas y el Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic tienen un futuro seguro porque tienen un interés claro por parte de sus habitantes en cuanto a la protección de sus fuentes de agua, la protección de los bosques de la zona núcleo y con ello, la conservación de la biodiversidad.

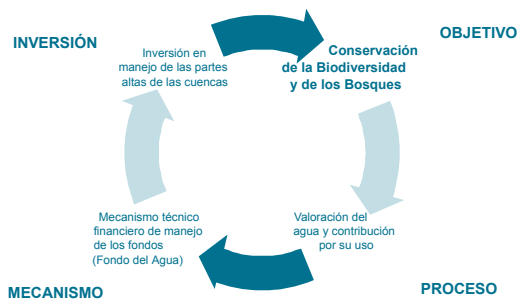


Figura 1. Esquema básico de funcionamiento del Fondo del Agua del Sistema Motagua Polochic

La clave es inversión e integración en el manejo y sentarse en la misma mesa todos los usuarios y ver su futuro y dependencia común. Eso es lo que nuestros compañeros promovieron y lograron dentro de la Cuenca de San Jerónimo, donde un pequeño agricultor tiene la misma voz y peso en las decisiones que un alcalde, un empresario hidroeléctrico o el mismo gobierno central. Ahí, la fortaleza de los procesos de descentralización y planificación en función de ciencia, del entorno socioeconómico y consecuentemente en función del ambiente natural y lógico como es la cuenca hidrográfica.

Los invito entonces, a leer los aportes que nos hacen nuestros compañeros, Ing. For. Alex Guerra e Ing. For. Susana Alvarado, quienes actualmente se encuentran estudiando su maestría en Hidrología Forestal en excelentes universidades europeas. A ellos, un sincero agradecimiento en nombre de Defensores de la Naturaleza y en el mío propio, por su dinámica de trabajo, por sus ideales y por cumplir los resultados con la convicción de que nos merecemos un mejor país y que lo podemos lograr entre todos.

El Fondo del Agua del Sistema Motagua Polochic posee otra serie de iniciativas científicas y sociales, similares al proyecto “Gota a gota por nuestra agua”, sobre las cuales realizaremos en breve otras publicaciones. Además, tiene una serie de socios que han cooperado, incluso en algunos de los resultados aquí presentados. Sobresale el apoyo de AVINA y de WWF en la interacción de las demás cuencas y las lecciones aprendidas que llevamos hasta el momento.

Estamos en las fases finales para crear la Fundación del Fondo del Agua y que esos sueños de hace dos años, esas inquietudes de todos ustedes, lleguen a ser una realidad con un mecanismo propio de inversión en conservación de agua y de biodiversidad, un mecanismo donde participan todos y un mecanismo de futuro…

¡Gracias por su apoyo!

“POR AMOR Y RESPETO A LA VIDA”

Ing. Oscar Manuel Núñez S.
Director Ejecutivo
Fundación Defensores de la Naturaleza

I. Introducción

Esta publicación representa un esfuerzo por documentar el proceso de implementación del Fondo del Agua del Sistema Motagua-Polochic, un mecanismo técnico-financiero con el que se pretende garantizar la conservación a largo plazo de la zona núcleo de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. Al mismo tiempo, se pretende asegurar la protección de las fuentes de agua que ahí nacen, a través del fomento de la gestión integrada del agua por parte de los beneficiarios de este bien ambiental.

El contenido se enfoca en la experiencia piloto de la cuenca del río San Jerónimo, una de las cuencas prioritarias dentro del sistema. Ésta se enmarcó en el proyecto "Gota a gota por nuestra agua", ejecutado durante un año con el apoyo financiero de PRODOMA con el objetivo de impulsar la implementación de la iniciativa del Fondo del Agua en el área, abarcando cinco de las siete esferas de trabajo: organización social, fortalecimiento municipal, educación y sensibilización, normas y reglamentación, y la esfera de investigación, monitoreo y valoración de los recursos hídricos. A pesar de esta distinción de temas, el trabajo se complementa entre las esferas, por esto es difícil la presentación de los resultados en forma separada.

El documento se divide en tres capítulos principales. El primero expone los estudios que se realizaron para contar con toda la información necesaria sobre los recursos hídricos y sus usuarios: el diagnóstico socioeconómico y morfométrico de la cuenca, estudios de valoración económica del agua y el monitoreo de la calidad y cantidad del agua superficial. En el segundo capítulo se detalla la experiencia de las tres primeras esferas de trabajo antes mencionadas, que incluye el trabajo con las autoridades y organizaciones locales, así como con los usuarios principales del agua dentro de la cuenca y la población en general. Dentro de este capítulo también se incluye la experiencia en normas y reglamentación que se dio en dos procesos: la elaboración del Reglamento Municipal del Agua de San Jerónimo y el Reglamento del Comité Municipal del Agua. El tercer capítulo sintetiza las principales lecciones aprendidas de esta enriquecedora experiencia.

La información que se expone fue escogida con base en su relevancia dentro de la iniciativa general más que la propia estructura del proyecto "Gota a gota por nuestra agua". Existen informes y documentos con mayor detalle para cada resultado específico, disponibles en la sede de la Fundación Defensores de la Naturaleza. La mayoría de estos materiales también están disponibles en San Jerónimo, con las instituciones y organismos locales participantes del proyecto.

Las experiencias descritas en esta publicación son el resultado del trabajo y esfuerzo de varias instancias, con una alta participación de actores locales. Esto le confiere mayor solidez a los resultados y, a la vez, muestra la necesidad de cierta flexibilidad en la manera de abordar las metas planteadas por los participantes del proyecto. En conjunto, se espera que la publicación brinde insumos en el resto del Fondo del Agua del Sistema Motagua-Polochic y en otras regiones para que contribuya en el trabajo por la conservación y el mejor uso de los recursos naturales en Guatemala y la región centroamericana.

II. Contexto

La Fundación Defensores de la Naturaleza es una organización no gubernamental que tiene a su cargo cuatro áreas protegidas, entre las que está una de las más grandes e importantes de Guatemala. Dos de ellas, la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas y el Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic, están comprendidas entre el sistema Motagua-Polochic. Éste abarca en representatividad, el 80% de la biodiversidad del país y provee también servicios ambientales esenciales para la sostenibilidad de la región nororiental y atlántica de Guatemala, especialmente en lo que se refiere al abastecimiento y calidad de agua hacia las cuencas de los ríos Polochic y Motagua. Esto le confiere prioridad en protección y manejo, considerando que son las principales cuencas que desembocan en el Golfo de Honduras.

Defensores ha reportado que dentro de la zona núcleo de Sierra de las Minas nacen 63 ríos permanentes que proveen agua dulce a más de 140 comunidades con unas 500.000 personas ubicadas en las laderas y los valles del Motagua y Polochic. Además, el humedal de Bocas del Polochic constituye un sistema hídrico regulador de caudales y filtro de la descarga del río Polochic en el lago de Izabal.

Desde 1992, Defensores ha realizado y apoyado estudios sobre la importancia del agua en Sierra de las Minas y se ha enfocado en el mantenimiento de las condiciones de abastecimiento, calidad y cantidad de agua dulce para las poblaciones dentro del Sistema Motagua-Polochic.

En los últimos años, Defensores ha visto la necesidad de intensificar sus acciones para garantizar el manejo y uso sostenible de los recursos hídricos dentro del Sistema Motagua-Polochic. Esta necesidad está directamente relacionada con la demanda de agua dulce por parte de los habitantes locales y por la reducida capacidad institucional pública para ordenar el acceso y el abastecimiento de agua a los diferentes consumidores (Fundación Defensores de la Naturaleza 2002).

Defensores considera urgente tomar acciones para enfrentar una serie de amenazas sobre el recurso hídrico regional:

a) Aumento de la contaminación del agua en el Río Polochic. Un estudio (Dix, *et al.* 1998, citado en Defensores 2002) sobre monitoreo de calidad de agua demostró una tendencia al aumento de contaminantes orgánicos y sedimentos en el río y el Lago de Izabal.

b) Aumento de industrias en el valle del Motagua. Se ha incrementado la cantidad de industrias basadas en el uso intensivo de agua subterránea y captación de aguas superficiales, sin planificación ni un adecuado manejo de sus desechos líquidos.

c) Demanda de hidroeléctricas. Como producto de las reformas a la ley de electrificación y privatización del sector, se ha dado una explosión de proyectos hidroeléctricos para el valle del Motagua; la principal deficiencia de estos proyectos es la nula o muy poca inversión en el manejo de sus microcuencas.

d) Intensificación del riego. Hay un uso indiscriminado del agua por sistemas de riego (privados y comunitarios) que se apropian sin ningún control de fuentes de agua y nacimientos, afectando el abastecimiento del agua en las partes bajas de las cuencas y sobre todo reduciendo y desviando los caudales que llegaban al río Motagua.

e) Aumento de la vulnerabilidad. Entre las secuelas del huracán Mitch, se ha podido constatar que las malas prácticas de uso del suelo y agua continúan deteriorando las fuentes de agua dulce y las microcuencas locales, sin una acción de coordinación y ordenamiento local y regional. La vulnerabilidad regional ante deslizamientos, crecidas y avalanchas continuará aumentando. Es una amenaza no solo para las poblaciones y la infraestructura productiva, sino para la biodiversidad y la estabilidad ecológica del Sistema Motagua-Polochic.

f) Expansión demográfica y avance de la frontera agrícola. Estudios recientes indican que el modelo tradicional de desarrollo agrícola del área está cambiando hacia sistemas agroindustriales o industriales, al menos en la parte baja de la cuenca. Eso implica un mayor uso del agua y un mayor control sobre su adecuado manejo en aspectos de calidad y cantidad.

Por tales razones, se diseñó la iniciativa del Fondo del Agua Sistema Motagua-Polochic con el objetivo de fortalecer la capacidad de las municipalidades, industrias, sistemas de riego, propietarios privados e hidroeléctricas, para que sus prácticas de uso y manejo del agua dulce y de las cuencas que la producen dentro del Sistema Motagua-Polochic sean más ecoeficientes y sostenibles.

La estrategia principal del proyecto es crear un fideicomiso como mecanismo técnico y financiero de manejo del agua a mediano y largo plazo. La razón de ser del proyecto es la conservación de la biodiversidad del Sistema Motagua–Polochic. Al contar con los recursos para el manejo

adecuado del agua en las partes altas de las cuencas, se conserva el bosque y con él se mantienen los sistemas ecológicos y se conserva la biodiversidad, en especial de la zona núcleo de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas.

En términos de metodología, la iniciativa consta de dos fases. La primera consiste en diseñar la estructura de funcionamiento del Fondo del Agua y determinar el monto mínimo o meta de recaudación del fondo semilla. La segunda consiste en la implementación del mecanismo y el inicio de las inversiones por parte de usuarios locales del agua, inversión extranjera para el fondo semilla y trabajos directos en cuencas y municipalidades prioritarias. Las acciones incluyen investigación aplicada, monitoreo de datos hidrológicos, diagnóstico y análisis de la utilización del agua por industrias y sistemas de riego, reforestación de áreas críticas, prevención y control de incendios forestales, educación y sensibilización, análisis de normas y estrategias sobre uso del agua.

III. Investigación, monitoreo y valoración de los recursos hídricos

"Puede que no haya una forma correcta de valorar un bosque o río, pero sí hay una forma equivocada, que consiste en no darle ningún valor" (Hawken 1995, en Costanza *et al.* 1997).

Este capítulo trata de las acciones ejecutadas en torno a la esfera de trabajo denominada "investigación, monitoreo y evaluación de los recursos hídricos" que tiene el objetivo de aportar información que apoye el proceso de consolidación del Fondo del Agua, desde la planificación inicial del trabajo hasta la evaluación de resultados en el mediano y largo plazo. En los dos primeros años de trabajo se han realizado esfuerzos en el levantamiento de información básica sobre los recursos hídricos en el sistema Motagua-Polochic que incluye su estado, un inventario de los usos y usuarios del agua, además de información socioeconómica y cultural.

La primera parte del capítulo presenta la información principal del diagnóstico morfométrico y socioeconómico de la cuenca de San Jerónimo. Ésta constituye información básica que ayudó a dirigir el trabajo en organización social, investigación e incluso en la educación y sensibilización de la población. Asimismo, se construyó una base de datos para que sea utilizada como herramienta dinámica por la municipalidad para la planificación.

Aunque se ha planteado realizar investigación básica y aplicada para el Fondo del Agua, la experiencia en San Jerónimo se enfocó en la última, especialmente en la valoración económica del agua. Como cuenca piloto resultaba interesante trabajar en el tema ya que es una cuenca en la cual el agua se usa para distintos fines: riego, generación hidroeléctrica, consumo domiciliar urbano y rural, y piscicultura. Debido a la disponibilidad reducida de tiempo y recursos económicos, desde el punto de vista académico, los estudios no deben ser considerados como suficientemente rigurosos. No obstante, los resultados proporcionaron información valiosa para hacer conciencia sobre el valor del agua y, hasta cierto punto, para planificación y negociación con los actores locales.

Dentro de la estrategia de investigación y monitoreo de los recursos hídricos, Defensores comenzó un monitoreo estandarizado y periódico en ríos prioritarios de la reserva de la Biosfera Sierra de las Minas (RBSM) desde junio de 2003, aunque se estableció a mediados de 2004. Esta red de monitoreo incluye parámetros de la cantidad y calidad fisicoquímica del agua. El río San Jerónimo forma parte de ésta y cuenta con datos periódicos desde agosto de 2004. Aquí se presenta un análisis de los datos recabados durante los primeros diez meses.

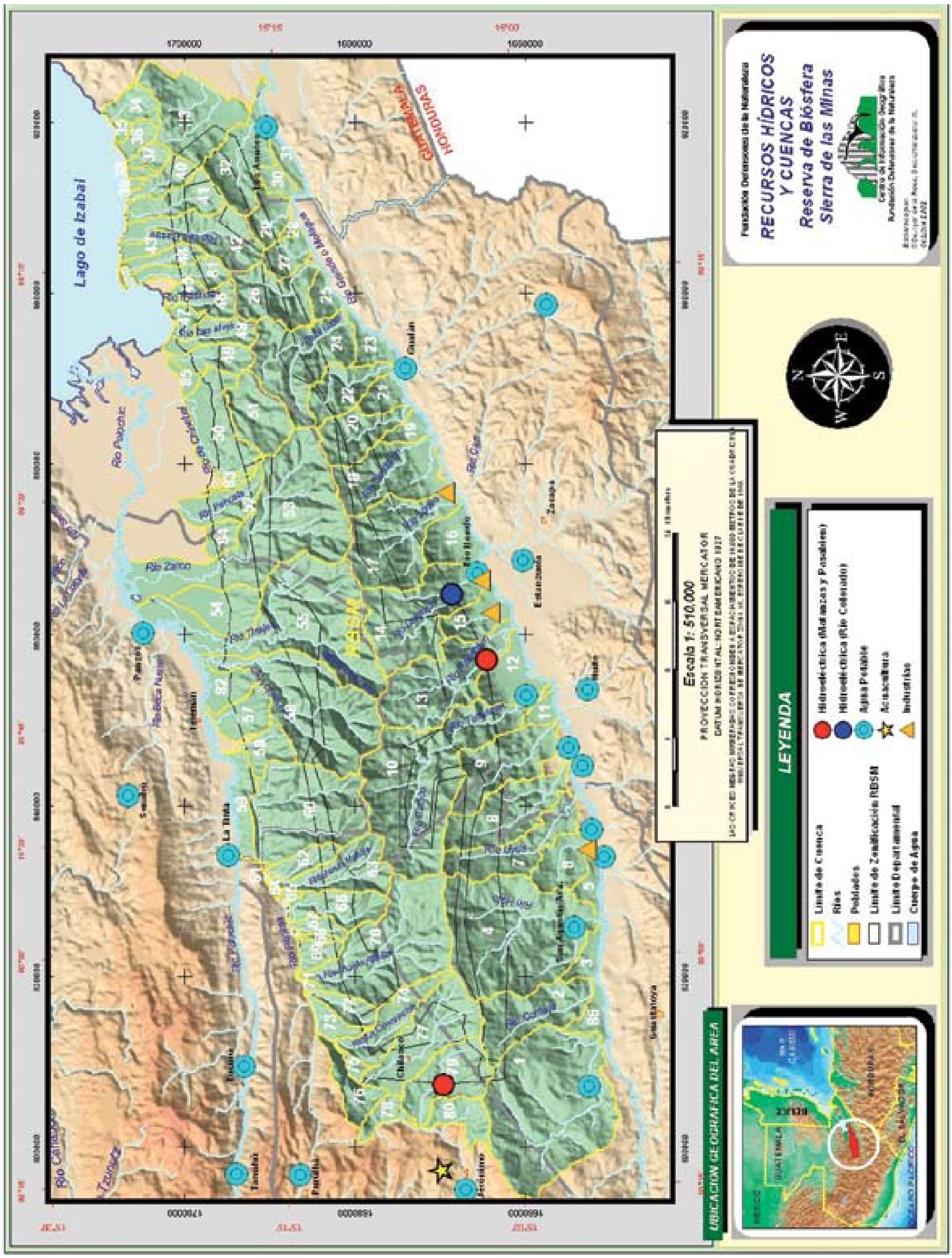
3.1. Diagnóstico morfométrico y socioeconómico de la cuenca

El río San Jerónimo forma parte de una microcuenca que pertenece a la subcuenca del río Salamá, que a su vez pertenece a la cuenca del río Salinas, el cual conforma al río Usumacinta y finalmente desemboca en el Golfo de México. Es el único río de la RBSM que pertenece a esta vertiente y el nombre que recibe al salir de los límites de la reserva es río San Isidro. Se ubica en los municipios de Salamá y San Jerónimo, de Baja Verapaz y Morazán, de El Progreso. La mayor parte de la superficie de la microcuenca se encuentra dentro de la jurisdicción del municipio de San Jerónimo (Mapa 3.1).

a. Metodología

Primero se concretó el punto de control, es decir, el punto en el río a partir del cual se definiría la cuenca con base en el drenaje superficial. Éste se sitúa en el punto donde el río San Jerónimo se une con la quebrada El Aguacate para formar el río Salamá. Luego se delimitó la cuenca sobre hojas cartográficas a escala 1:50.000 (hojas San Jerónimo y Salamá). Los límites de la cuenca se digitalizaron e ingresaron al programa ERDAS Imagine para procesarse. De esta forma, se determinó la superficie que tiene la cuenca así como otras características morfométricas.

El diagnóstico se realizó utilizando fuentes primarias y secundarias. Primero se recabó toda la información sobre la cuenca, poblaciones, instituciones, actividades productivas y otras características generales, todo de fuentes secundarias. La información morfométrica se generó mediante hojas cartográficas y el sistema de información geográfica de Defensores de la Naturaleza, complementada con datos recabados en el campo. De esta forma se elaboraron mapas. Asimismo, se llevó a cabo un diagnóstico de la situación del agua y las características socioeconómicas del área rural de la cuenca. Durante dos meses se llevaron a cabo reuniones en cada una de las comunidades con líderes de las organizaciones comunitarias, quienes llenaron un formulario elaborado para el efecto. De esta forma se generó una extensa base de datos. El diseño del formulario, la base de datos y el análisis de la información se realizó con el personal de la Oficina Municipal de Planificación de San Jerónimo.



Mapa 3.1. Mapa de ubicación de cuenca del río San Jerónimo, Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, Guatemala

b. Resultados y principales conclusiones

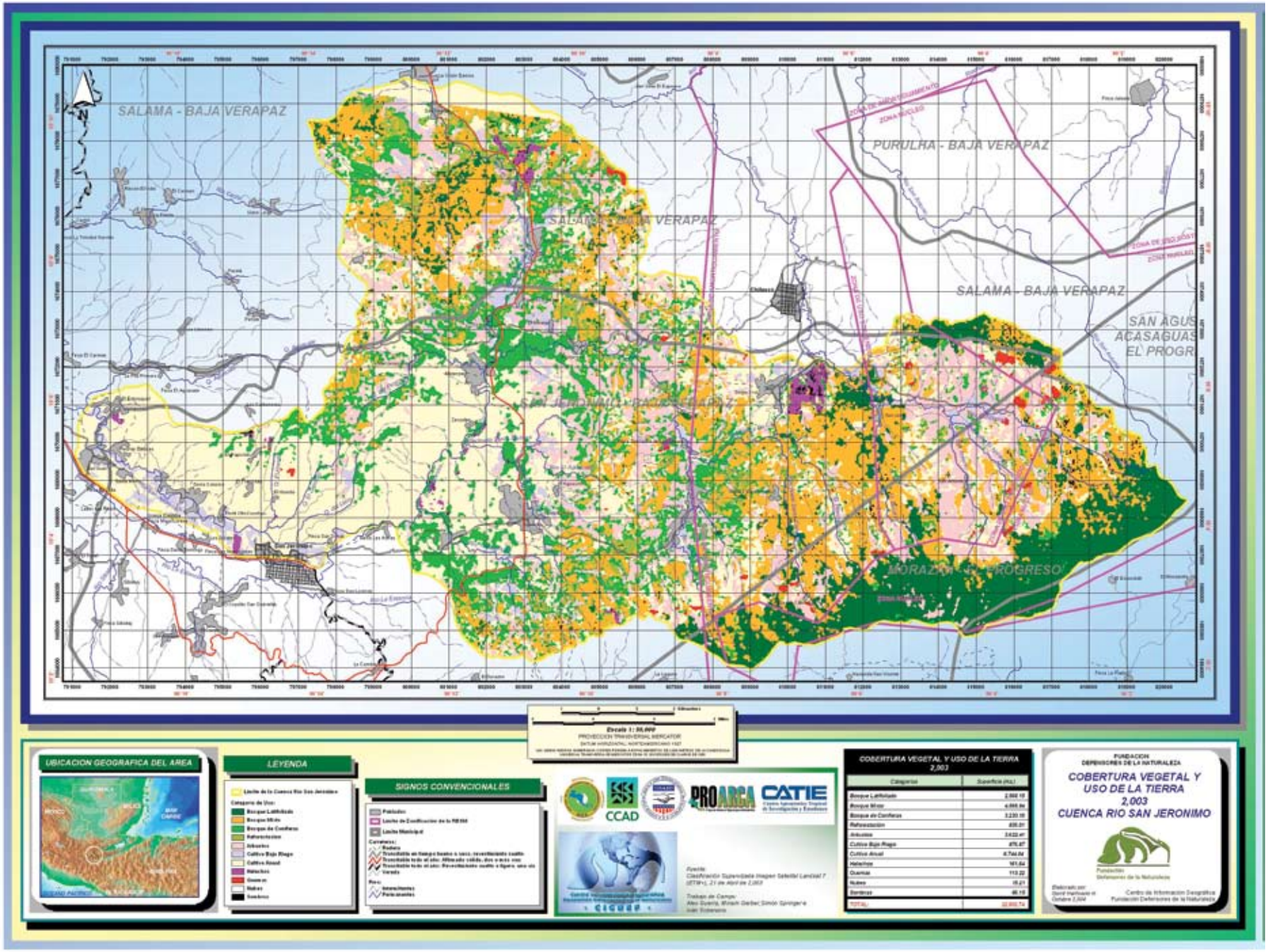
En el cuadro 3.1 se sintetiza la información morfométrica de la cuenca. Esta información muestra que la cuenca es bastante alargada, orientada de este a oeste, con una pendiente media mucho menor que la pendiente de otras cuencas de Sierra de las Minas. Su forma es irregular y, en general, tiene dos zonas de inicio: hacia el este la parte del río Chilascó con el río San Isidro, que está dentro de la reserva de biosfera, y hacia el norte la parte alta del río Las Flautas, que está fuera del área protegida pero forma parte del Corredor del Bosque Nuboso (entre la RBSM y el Biotopo del Quetzal). La densidad de corrientes indica que la red de drenajes es baja, lo cual incide en que la cuenca no responda rápido ante la precipitación. Esto es positivo puesto que al momento de saturarse de agua el suelo y empezar a correr superficialmente en mayores cantidades, la distancia hacia las corrientes es mayor y se llenará en un tiempo más largo.

Cuadro 3.1 Principales características morfométricas de la cuenc

Área total de la cuenca	**22802.7 ha**
Perímetro total	88.761 km
Cobertura forestal 2001	14.878,8 ha (65%)
Cobertura forestal 2003	11.203,2 ha (49%)
Longitud de cauce principal[1]	39.731 km
Longitud del cauce del río Chilascó hasta el trasvase	7.028 km
Pendiente media	3,17%
Densidad de corrientes	0,72 corrientes/km^2
Densidad de drenaje	12,86 m de corriente/ha
	1.286 km. de corriente/km^2
Forma de la cuenca	Irregular
Relación de forma	0,14 (alargada)

[1] A partir de la quebrada Honda

Con el mapa de uso actual generado (Mapa 3.2.), se pudo determinar que la cuenca cuenta con la mitad de su extensión cubierta de bosques (Cuadro 3.2). Este es un aspecto positivo, en especial si se toma en cuenta que las regiones forestadas son las partes más altas de la cuenca. Se determinó que se perdió parte del bosque entre el 2001 y 2003, aunque el 16% señalado no se puede tomar literalmente porque se usaron metodologías distintas para estimar la cobertura de los dos años.



Mapa 3.2. Uso actual de la cuenca del río San Jerónimo.

Cuadro 3.2 Uso actual de la tierra[1]

Categoría	Superficie (has)	%
Bosque latifoliado	2.568,15	11,3
Bosque mixto	4.568,94	20
Bosque de coníferas	3.230,10	14,2
Reforestación	836,01	3,7
Arbustos	3.622,41	15,9
Cultivo bajo riego	876,87	3,8
Cultivo anual	6.744,04	29,6
Helechos (*leather leaf*)	161,64	0,7
Quemas	113,22	0,5
Nubes	15,21	0,1
Sombras	66,15	0,3
Total	22.802,74	100

[1] Con base a imagen satelital de 2003.

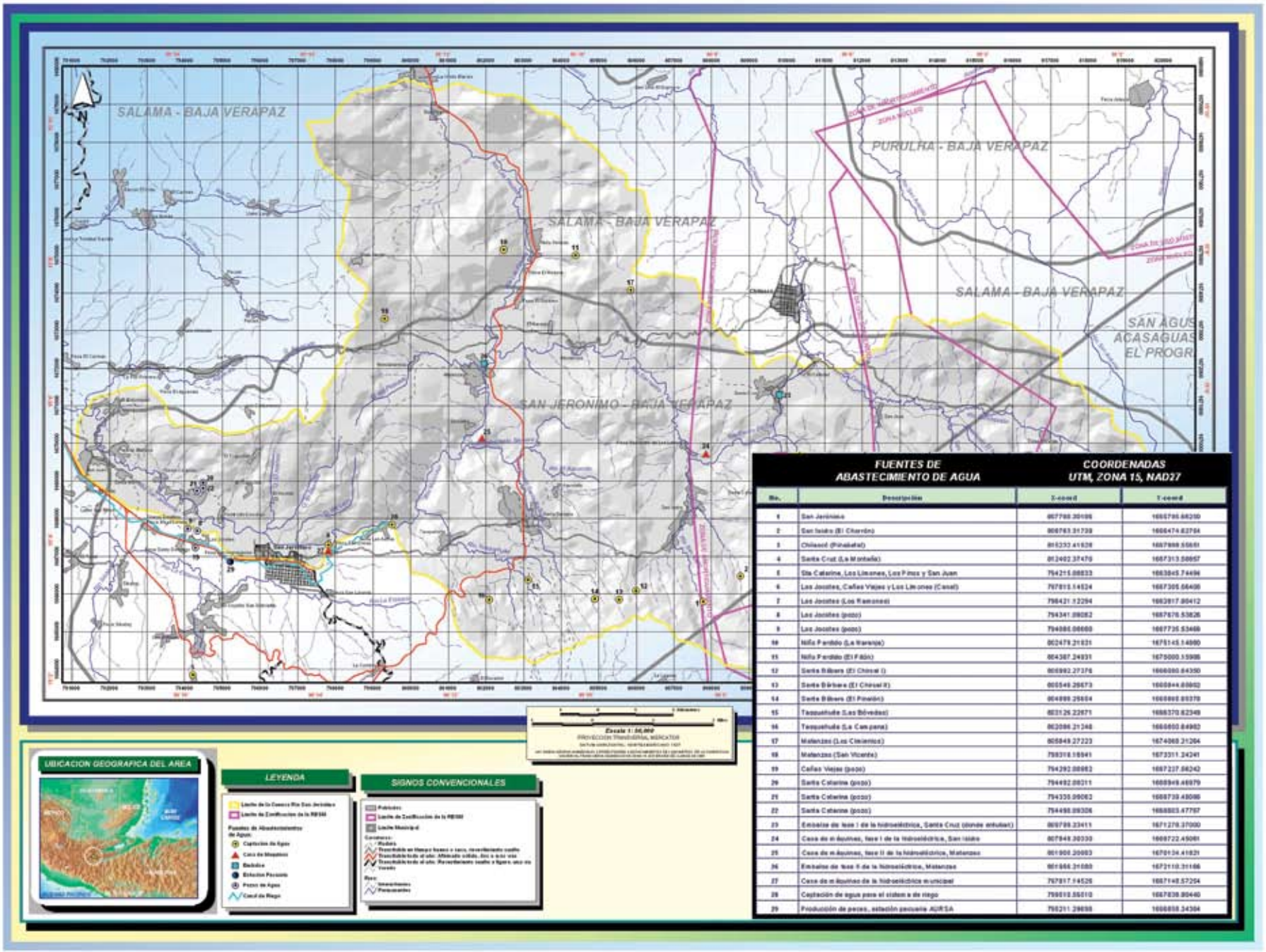
En el cuadro 3.3 y la mapa 3.3 se sintetizan los usos y los usuarios principales del agua en la cuenca. Casi la totalidad del agua que se utiliza en la región proviene de fuentes superficiales, lo que confiere mucha relevancia al manejo adecuado de la cuenca. Siendo el valle de San Jerónimo y Salamá semiárido, el río se torna en un elemento clave para la estabilidad económica y social.

Cuadro 3.3 Usos y usuarios principales del agua en la cuenca.

Uso	Cantidad de usuarios
Domiciliar	14.341 (11 comunidades)
Riego (miembros de AURSA)	957
Piscicultura	10 a 12
Plantas hidroeléctricas	3 (dos privadas y una municipal)

En el área rural, las comunidades de la parte alta de la cuenca tienen más acceso al agua en cantidad y calidad, en comparación con las comunidades de la parte baja. En todas las comunidades se necesita inversión, muchas veces pequeña, para mejorar la provisión de agua ya que los sistemas fueron mal diseñados o mal construidos. La información contenida en el diagnóstico fue puesta a disposición de la municipalidad porque es muy útil para planificar la inversión y el mantenimiento de los sistemas de agua de las comunidades.

Se identificaron varios conflictos por el uso del agua, casi todos en apariencia fáciles de solucionar si se mejora la comunicación y coordinación entre las partes, llegando a acuerdos o retomando los que ya existen. Solo se identificó un conflicto de mayores proporciones porque toca fuertes intereses económicos: la escasez diurna del agua para el sistema de riego (sobre todo en los meses más secos del año), provocada por el embalse del agua para la generación de energía hidroeléctrica.



No.	Descripción	X-coord	Y-coord
1	San Jerónimo	807798.30109	1666795.68250
2	San Isidro (El Chorrón)	808763.31739	1666474.82754
3	Chilasco (Pinabetal)	815333.41828	1667989.55651
4	Santa Cruz (La Montañita)	812402.37470	1667313.58657
5	Sta Catarina, Los Limones, Los Pinos y San Juan	794215.08833	1663845.74496
6	Los Jocotes, Caños Viejos y Los Limones (Canal)	797815.14524	1667305.66406
7	Los Jocotes (Los Ramones)	798421.12294	1662917.80412
8	Los Jocotes (pozo)	794341.09082	1667676.53826
9	Los Jocotes (pozo)	794086.08660	1667735.53469
10	Niño Perdido (La Naranja)	802478.21831	1675145.14080
11	Niño Perdido (El Fión)	804387.24931	1675000.13998
12	Santa Bárbara (El Chorral I)	806992.27178	1666080.64350
13	Santa Bárbara (El Chorral II)	805548.29673	1666844.69902
14	Santa Bárbara (El Pinalón)	804888.25654	1666868.85370
15	Tasquelhuda (Las Bóvedas)	803126.22671	1666370.82348
16	Tasquelhuda (La Campana)	802086.21248	1666660.84982
17	Matanzas (Los Ciruelitos)	805848.27223	1674068.31264
18	Matanzas (San Vicente)	798318.18941	1673311.24241
19	Caños Viejos (pozo)	794292.08983	1667227.66242
20	Santa Catarina (pozo)	794492.08311	1668949.46979
21	Santa Catarina (pozo)	794335.09062	1668739.48086
22	Santa Catarina (pozo)	794498.09326	1668803.47767
23	Embalse de fase I de la hidroeléctrica, Santa Cruz (donde entubar)	809799.23411	1671278.37000
24	Casa de máquinas, fase I de la hidroeléctrica, San Isidro	807848.30333	1668722.45081
25	Casa de máquinas, fase II de la hidroeléctrica, Matanzas	801900.20983	1670134.41821
26	Embalse de fase II de la hidroeléctrica, Matanzas	801866.21080	1672110.31186
27	Casa de máquinas de la hidroeléctrica municipal	797817.14526	1667148.57254
28	Captación de agua para el riego	799810.55010	1667838.80440
29	Producción de peces, estación piscícola AGRSA	798211.29898	1666858.34384

Mapa 3.3. Usos principales del agua dentro de la cuenca del río San Jerónimo.

3.2. Valoración económica del agua en la cuenca del río San Jerónimo

a. Marco conceptual

La valoración económica del ambiente consiste en asignar indicadores sobre la importancia que tiene el ambiente para el bienestar de la sociedad y que permita compararla con otros componentes. En la mayoría de los casos, se trata de ponerle un valor monetario lo cual es muy complicado. La valoración se basa en los bienes y/o servicios que el ambiente provee (Reyes *et al.* 2001). Es posible asignar valores a bienes o servicios individuales en lugares específicos y también al conjunto de bienes y servicios que provee un lugar; por ejemplo, un área protegida. Para esto se han desarrollado varias técnicas.

El valor de los recursos naturales no solo depende de los precios del mercado y de sus usos directos sino también se basa en otros usos indirectos que no pueden ser comercializados. Es necesaria la valoración de los bienes y servicios provistos por la naturaleza porque las áreas que más los proveen están bajo presión y están desapareciendo (Lette y de Boo 2002). "*La carencia de conocimiento y conciencia del valor total de los bienes y servicios provistos por los recursos naturales oscurece el impacto ecológico y social de la conversión de los bosques en materiales de construcción, infraestructura, áreas industriales, casas y agricultura* (...)" (Van der Lubbe 2001 citado por Lette y de Boo 2002).

Munasinghe (1992) distingue dos categorías principales, el valor de uso y el valor de no uso de los recursos (Lette y de Boo 2002). Dentro de la primera, donde se puede incluir al agua por ser un bien utilizado, se subdivide el valor en uso directo y uso indirecto.

Las técnicas de valoración indirectas buscan determinar preferencias por el ambiente a partir de información presente y con base en observaciones del mercado. Se denominan indirectas porque no dependen de respuestas directas de la gente a preguntas sobre cuánto estarían dispuestos a pagar (o aceptar) por cambios en calidad ambiental (Pearce y Moran 1994 citado por Guerra 2004).

Las técnicas indirectas de valoración son comúnmente empleadas para valorar bienes y servicios no incluidos en el mercado y pueden ser divididas en dos categorías: enfoque de mercado sustituto y valoración de mercado de efectos físicos. Dentro de esta última se encuentran el método de cambio de productividad y el enfoque de función de producción (Pearce y Moran 1994 citado por Guerra 2004).

El enfoque más fácil para estimar el valor del cambio en productividad es cuando se usan los precios de mercados imperantes (Ej. el cambio en rendimientos multiplicado por el precio de mercado de los rendimientos) (Pearce y Moran 1994 citado por Guerra 2004).

Las técnicas de valoración basada en costos, en general, estiman los costos de diferentes medidas que pueden asegurar el mantenimiento de los beneficios provistos por el bien o servicio ambiental a valorar. Dichos estimados de costos incluyen el enfoque en gastos preventivos, que examina los pagos adelantados para prevenir la degradación ambiental. Según Barzev (2002), en la técnica de Valores Directos de Gastos, en el que se valoran los activos de capital y activos de recursos naturales, se tienen como base para la valoración aspectos técnico-físicos y se asume cierto comportamiento. Se utilizan precios de mercado para valorar costos efectivamente incurridos. Esta técnica permite precisar la cantidad de dinero que se debe invertir para evitar o prevenir que ocurra un daño al activo natural, en este caso el agua superficial para uso domiciliar, en donde el costo de revertir el proceso una vez dañado o perdido, es mayor que el costo de evitarlo.

La disponibilidad de pago es un término que representa la opinión de una población sobre el monto que aportarían por determinado bien o servicio. Según Cho-Min-Naing (2003) se define como la cantidad máxima de dinero que un individuo contribuiría por cierto cambio en utilidad. Una medida directa de la disponibilidad de pago por bienes y servicios particulares puede evaluarse preguntando a la gente directamente cuánto estaría dispuesta a pagar. Este enfoque permite a los individuos tomar en cuenta todos los factores que son importantes para ellos en la provisión del bien o servicio (Cho-Min-Niang 2003).

Para bienes que no tienen precio en el mercado el método de Valoración Contingente podría ser recomendable. Muchas veces los resultados se evalúan por medio de un análisis de regresión (Cho-Min-Niang 2003). Se debe tener precaución en la interpretación de los resultados puesto que siempre existe la sospecha de que los montos que los sujetos dicen estar dispuestos a pagar, pueden ser diferentes a los montos que pagarían en la realidad.

Existe evidencia creciente de que muchas comunidades urbanas y rurales están dispuestas a pagar cuotas más altas por agua y saneamiento para asegurar un servicio mejor y de más calidad. Sin embargo, los gobiernos parecen no estar dispuestos a cobrar a los consumidores por esos servicios y el resultado es un ciclo continuo de bajas ganancias, altos costos, servicios insatisfactorios y crisis financiera (UNDP-World Bank 1999).

Una de las metodologías para estimar la factibilidad de pago es la "tasa objetivo" o *target rate* (Blouke 2001). Ésta, por ejemplo, fue utilizada por el Departamento de Comercio de Montana,

Estados Unidos para determinar la cantidad de fondos estatales concedida a comunidades que lo necesitan para mantener tarifas de agua y desagües en rubros razonables. Para proyectos de agua, si una comunidad no pudiera llegar a la tasa objetivo, la cantidad restante quedaría como deuda y se autorizaría la concesión.

b. Valoración del agua para uso domiciliar

Dentro de la cuenca del río San Jerónimo existen 11 comunidades que se abastecen del agua del río para uso domiciliar. Dos pertenecen al municipio de Salamá y las nueve restantes a San Jerónimo. El cuadro 3.5 muestra información general sobre las comunidades incluidas en el estudio.

Cuadro 3.5 Población de las tres comunidades incluidas en el estudio

	Demografía								
Comunidad	Habitantes		Grupos de edad (INE 2002)			Viviendas		Idiomas	
	Total (según CCODE)	Total (según INE 2002)	Niños (0-14)	Adultos (15-64)	Mayores (65 y más)	(según COCODE)	(CS San Jerónimo/ Salamá)	Español	Rabinal Achí
Aldea Santa Cruz	No saben	804	380	394	30	254	133	x	
Aldea Tasquehuite	250	115	50	58	7	45	38	x	
San Jerónimo (cabecera municipal)		4321	1653	2427	241		1267	x	x

Fuente: Defensores de la Naturaleza 2004

Los fondos para la construcción de los sistemas fueron donados parcialmente por agencias de cooperación, en los tres casos; un 84% en el proyecto de Tasquehuite, 58% en el de Santa Cruz y un 53% en San Jerónimo (la agencia de cooperación en los dos primeros casos fue Plan Internacional; para el tercero fue el gobierno de Japón).

Metodología

Para obtener el valor de uso del agua domiciliar se estimaron los costos totales de inversión inicial, mantenimiento y operación del sistema y los costos de protección del área de captación para un lapso equivalente a la vida útil del sistema. Los costos o gastos totales se dividieron entre la demanda de agua proyectada en el mismo lapso para obtener un valor por volumen (Q/m^3).

Para obtener los costos de inversión se tomaron los datos señalados en los registros de los proyectos y se calcularon las anualidades de préstamo amortizado con una tasa de interés fija del 18,1% (promedio ponderado de los bancos del sistema de Guatemala de 1996 a 2005). Los costos de operación y mantenimiento de cada sistema se calcularon mensualmente según el programa de mantenimiento básico que se debería contemplar en cada sistema, un presupuesto ideal. Estos costos se proyectaron en los años de vida del sistema, utilizando una tasa de inflación fija del 10%.

Se estimaron los costos para la protección de toda la cuenca del río San Jerónimo, que fue delimitada con anterioridad en el diagnóstico de la cuenca, y que totaliza 22.802,74 ha. Estos costos se estimaron con base en la experiencia de la Fundación Defensores de la Naturaleza e incluyen áreas y actividades de conservación, protección y recuperación de la cobertura vegetal, manejo y monitoreo de recursos naturales. Cada uno de los costos contempla los rubros de salarios, prestaciones, honorarios, gastos de viaje, comunicaciones, servicios generales, arrendamientos, mantenimiento, capacitaciones, materiales, suministros y bienes muebles. El costo total calculado se dividió entre la extensión total de la cuenca, resultando en Q227,50/ha (US$29,35/ha). Este costo por hectárea se multiplicó por la extensión de la microcuenca que abastece a cada una de las poblaciones en estudio.

Se estimó la demanda del agua domiciliar calculando primero el crecimiento poblacional, éste a través del tamaño de la población del diseño de la infraestructura y la tasa de crecimiento poblacional que reporta el Instituto Nacional de Estadística para el departamento de Baja Verapaz (3,81%). Se utilizó la misma dotación con que se diseñaron los sistemas en cuestión; 150l/habitante/día para Tasquehuite, 90l/habitante/día para Santa Cruz y 175l/habitante/día para San Jerónimo. Con estos datos se calculó la cantidad total de agua proyectada para consumirse durante la vida útil de la infraestructura actual. También se calculó el volumen total de agua que estará disponible para uso según la capacidad máxima de la captación.

Resultados y discusión

Como se aprecia en la figura 3.1, ambas comunidades cuentan con una capacidad de infraestructura mayor que la demanda de agua. Ambas líneas presentan datos mayores para Santa Cruz, cuya población es grande y muestra un crecimiento mayor en cuanto a la demanda de agua. Se asumió que la disponibilidad de agua se mantendrá constante con la protección y recuperación de las microcuencas que abastecen al sistema, aunque esto no se puede garantizar; sin embargo, no se contaba con información suficiente para determinar la tasa de crecimiento o el descenso de la oferta de agua.

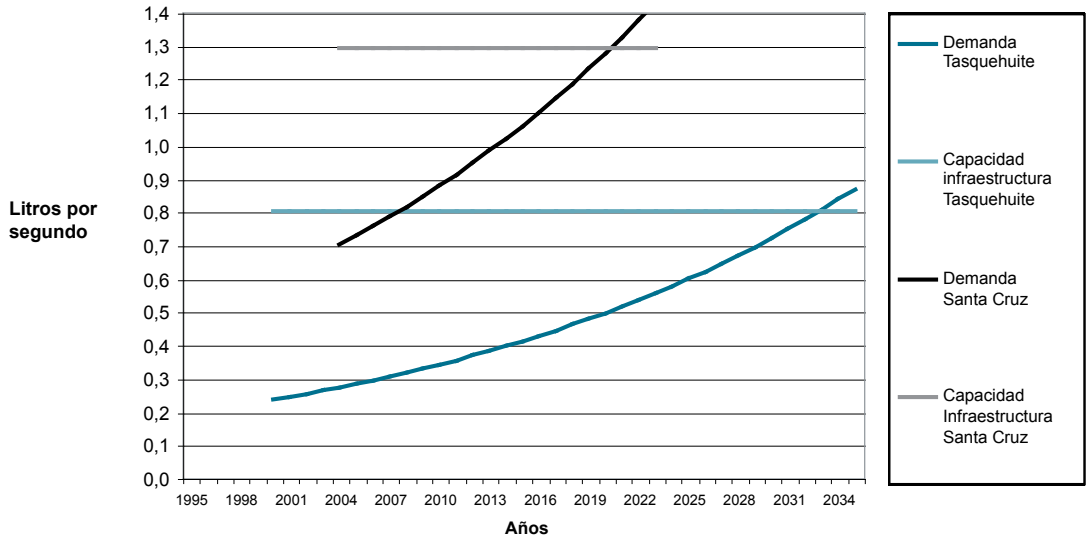


Figura 3.1 Demanda proyectada y capacidad de infraestructura para sistemas de agua domiciliar rural, poblaciones de Tasquehuite y Santa Cruz, San Jerónimo, B.V.

Los datos de la gráfica pueden ser muy útiles para planificar. En el caso de Tasquehuite, después del 2033 se puede esperar que la demanda por agua sea mayor que la oferta disponible. Entonces se requerirá una ampliación del sistema o de otra fuente de abastecimiento. Esto se basa en que la población haga uso de 150 l/persona/día y continúe creciendo con la tasa actual. Si el uso se hace irracional o si el sistema tiene pérdidas de agua por fugas, la demanda será mayor y se requerirán medidas para abastecer a la población antes del 2033. En el caso de esta población, la vida útil de la infraestructura actual terminará en el 2020, antes de que se intercepten las líneas de oferta y demanda de agua.

En el caso de Santa Cruz, la vida útil de la infraestructura es mayor que el lapso en que la demanda sobrepase a la oferta de agua. En este caso, se deberán tomar medidas para ampliar la infraestructura o buscar otra fuente de agua. Es indispensable tomar en cuenta que las medidas para abastecer de agua a la población no deben enfocarse solo en aumentar el volumen de agua sino también en utilizar racionalmente el que se tiene, lo cual es más barato y efectivo.

En el caso de San Jerónimo, la figura 3.2 muestra que la demanda de agua sobrepasará a la oferta cerca del 2029. En el 2015 se debería renovar la infraestructura por terminar su vida útil. La nueva infraestructura todavía proveerá de agua otros 15 años, si se mantiene el crecimiento actual de la población y la oferta actual de agua.

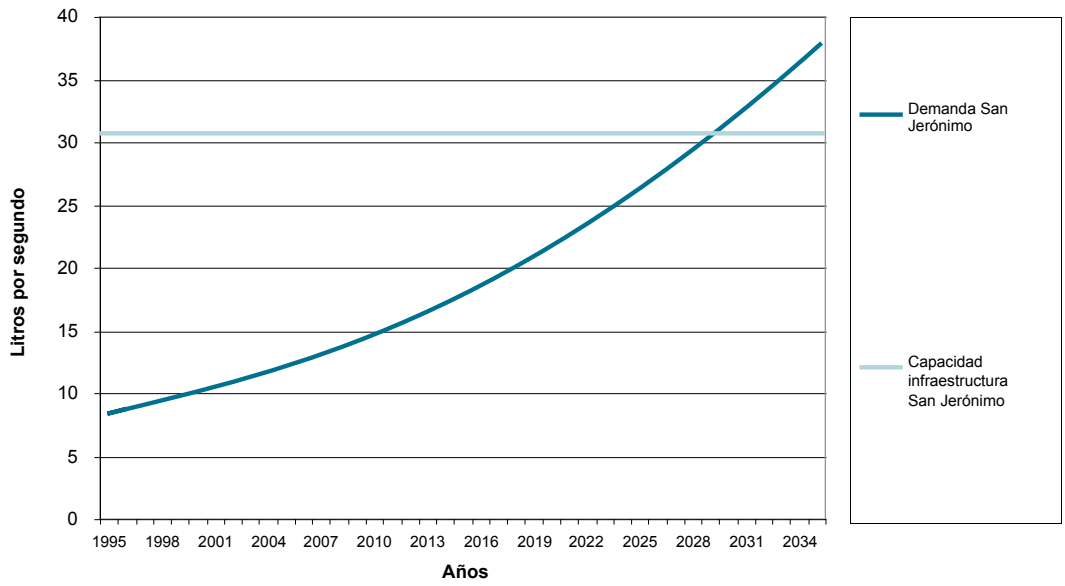


Figura 3.2 Demanda proyectada y capacidad de infraestructura para sistema de agua domiciliar urbano, pueblo de San Jerónimo, B.V.

El cuadro 3.6 muestra el valor del agua estimado para cada comunidad. El valor de las dos aldeas es muy parecido entre si, mientras el valor para San Jerónimo es menor (alrededor de una sexta parte). La razón principal es que los costos totales se dividen dentro de un denominador mucho mayor, que es el volumen de agua disponible. Influye en parte que los costos de protección de la microcuenca sean incluso menores que los costos para las otras dos comunidades debido a su menor extensión. Si se tomaran como base los valores presentados, en San Jerónimo una familia tendría que pagar por mes alrededor de Q15,75 según el tamaño promedio de las familias (4,1 personas) y una demanda de 175l/persona/día. Se debe considerar que al principio la cantidad de agua utilizada es mucho menor que la cantidad disponible para utilizar, por lo que los fondos recaudados por las cuotas podrían no ser suficientes para los costos de los primeros años. Se necesitaría hacer una planificación general de todos los ingresos y gastos para los 20 años en que se basan los datos.

Cuadro 3.6 Valor de uso del agua domiciliar rural y urbana

Comunidad	Cantidad total de agua disponible a utilizar (m^3)	Costos totales (20 años)*			Valor de uso del agua	
		Infraestructura	Operación y mantenimiento	Protección y recuperación cuenca	Q/m^3	US$/$m^3$
Tasquehuite	504.576	Q959.488,85	Q270.123,46	Q1.161.578,55	**Q 4,74**	**$ 0,61**
Santa Cruz	813.629	Q1.279.393,61	Q711.216,70	Q1.295.049,42	**Q 4,04**	**$ 0,52**
San Jerónimo	19.274,803	Q5.256.674,47	Q5.424.859,95	Q843.742,22	**Q 0,60**	**$ 0,08**

*Tipo de cambio Q7,5 por US$1.

El área de las microcuencas es bastante pequeña debido a su fuerte recarga hídrica por encontrarse en la parte alta de la Sierra de las Minas, donde se da una precipitación pluvial anual alta. Esto hace que los costos de protección sean menores ya que el valor se estimó por hectárea.

No se tomaron en cuenta los costos de inversión de la red de distribución de agua, ni los costos de desagües y tratamiento de aguas residuales. Lo más recomendable es tomarlos en cuenta para tener el costo total por volumen de agua domiciliar.

Conclusiones

- Se estimó que los actuales sistemas de captación de agua potable pueden funcionar hasta el año 2015 para San Jerónimo y 2020 para Tasquehuite y Santa Cruz, con base a la vida útil de la infraestructura y una oferta de agua igual o mayor que la demanda.
- Se determinó un valor del agua para servicio domiciliar de Q4,74/m^3 (US$0,61) para la aldea Tasquehuite, Q4,04/m^3 (US$0,52) para la aldea Santa Cruz y Q0,60/m^3 (US$0,08) para San Jerónimo.

c. Valoración del agua utilizada en riego

El cultivo de maíz (*Zea mais*) tiene un requerimiento variable de agua en sus distintas etapas de crecimiento y desarrollo. En el total del ciclo requiere de 500 a 600 mm de agua. El máximo consumo diario se da en el período que va desde la 8a o 9a hoja, que es cuando comienza a formar la espiga y se define el rendimiento potencial máximo de la planta, hasta fines del llenado del grano, donde requiere unos 300 mm. El período crítico de requerimiento de agua en el maíz va desde los 20 días previos a la floración hasta los 20 días después de ella. El riego aumenta significativamente el rendimiento del maíz, pero no en cualquier condición. Es necesario que se atiendan otros factores para lograr un manejo integrado del rendimiento: suelo, fertilización, tipo de híbrido, laboreo, control de malezas y control de insectos (Acampo 2005).

En el valle de San Jerónimo se siembran dos variedades generales de maíz. La primera es el maíz tradicional, denominado “maíz criollo”, que en su mayoría es amarillo y cuando se comercializa se hace en mazorcas o desgranado. La otra variedad es el maíz dulce o elote dulce que se empaca en bandejas de duroport con cobertura de plástico transparente para luego transportarla y venderla en los supermercados. El cultivo de maíz criollo tiene un ciclo de cinco o seis meses. En el valle, los costos del cultivo incluyen: preparación del terreno, surqueado, siembra, pesticidas (insecticidas, fungicidas y/o nematicidas), fertilizantes, desgranado, costales, transporte y mano de obra. Para los usuarios del riego también hay una cuota anual por manzana. La gran mayoría de agricultores emplean el riego por gravedad.

Para el maíz dulce, el ciclo de cultivo dura tres meses, por lo que algunos agricultores obtienen tres cosechas al año. Las bandejas con el elote dulce empacado se clasifican en dos calidades que tienen un precio distinto de venta. Los precios oscilan entre Q3 y Q5. La mayoría de agricultores utilizan el riego por gravedad. Usualmente la producción por manzana está entre 5.000 y 6.000 bandejas. Entre los costos de este cultivo están: preparación del terreno, surqueado, siembra, pilones, pesticidas, fertilizantes, bandejas, nylon, transporte y mano de obra.

En el cultivo de tomate, el exceso de agua genera la pudrición interna del fruto y el déficit produce deformaciones. Durante el ciclo, según el estado del cultivo, el volumen de agua necesaria varía entre 250 y 300 mm con riego por goteo, al que mejor se adapta. La recolección del tomate se realiza a los 95 a 110 días, de forma manual, en dos cosechas por semana durante 4 a 6 semanas. La producción alcanza de 45 a 60 toneladas por hectárea. El punto de cosecha es cuando posee un 25% de maduración. Se empaca para el mercado interno en cajas de madera con un peso de 20 a 22 kilos por caja.

En el valle de San Jerónimo y Salamá, en general, el cultivo de tomate se realiza de febrero a mayo y de agosto a noviembre. La producción por manzana puede variar entre 1.000 y 2.500 cajas y el precio varía entre Q50 y Q80 por caja. Los costos de producción incluyen: preparación del terreno, surqueado, siembra (pilones), insecticidas, fungicidas, nematicidas, fertilizantes, pita, tutores, arrendamiento de tierra, transporte y mano de obra. En algunos casos los agroquímicos representan más del 55% de los costos totales. En el cuadro 3.7 se muestra la extensión de tierra bajo riego en el valle, el tipo de cultivos, y su comportamiento durante varios años; en el 2004 se tenía bajo cultivo un total de 830 manzanas (581 ha).

Cuadro 3.7 Extensión de tierra bajo riego en el valle de San Jerónimo y Salamá (h

Cultivo	2001	2002	2003	2004
Maíz criollo	265,28	343,68	266,29	322,39
Maíz dulce	-	-	35,99	32,84
Frijol	2,04	10,09	3,77	0,29
Tomate	88,87	89,54	109,04	83,01
Pepino	2,63	7,41	4,73	4,9
Otros[2]	180,06	139,41	65,72	136,78
Total	538,88	590,13	485,54	580,21

[1] Una Mz = 0,7ha

[2] Helechos (leather leaf) e izote pony.

Fuente: Asociación de la Unidad de Riego de San Jerónimo (AURSA)

Metodología

El estudio se basa en el cambio promedio en la producción de maíz criollo que se registró en el valle de San Jerónimo entre los agricultores que usan agua del canal de riego y quienes solo utilizan la lluvia.

Para obtener los datos necesarios de producción, costos, extensión de tierra, etc. de los dos grupos se realizó una encuesta (ver anexos). Dentro del grupo que utiliza riego se encuestó a un total de 54 agricultores que cultivan maíz criollo quienes representan el 12,6% del total (n=54, N=428); así como a 16 productores de maíz dulce que representan el 42,1% del total (n=16, N=38). También se entrevistaron a siete productores de tomate. Dentro del grupo que no utiliza riego se pasó la encuesta a 12 agricultores, aunque se desconoce el número total de los que cultivan sin riego en el valle. Debido a que los agricultores no llevan un control detallado de los costos, en la encuesta se pidió el dato total y se anotaron los insumos y otros rubros para saber si las condiciones de cultivo eran suficientemente parecidas entre los agricultores para ser comparadas.

Debido a que no se hacen mediciones de caudales de riego empleados en la agricultura no se contaba con tales datos, por lo que hubo que hacer estimaciones. Se aforó en canales terciarios el ingreso de agua a los terrenos (Figura 3.3). También se preguntó cada cuánto regaban los cultivos y por cuántas horas al día. De esta forma se obtuvo un volumen de agua semanal utilizado, el cual se multiplicó por el número de semanas al año en que se realizó el cultivo (22 semanas por cosecha de maíz criollo) para obtener el volumen anual utilizado.

Para los agricultores que no usan riego se estimó el volumen anual utilizado en sus cultivos a través de los datos de precipitación promedio entre 2002 y 2003 del valle de San Jerónimo para

los meses en que se realizan los cultivos. Para los agricultores que usan riego se tomó el dato de agua de lluvia en época lluviosa por ser la fuente de agua en la que principalmente se usa.

El valor se calculó a partir de los cambios en ganancias producidos por cambio en volumen de agua utilizado en el cultivo de maíz criollo. Se determinó la ganancia por hectárea restando los costos totales de producción reportado por los agricultores en la encuesta a los ingresos totales, los que a su vez resultaron de multiplicar la producción total en quintales por el precio promedio en el mercado local. No se tomó en cuenta el valor de la mano de obra que los dueños de los cultivos invierten.

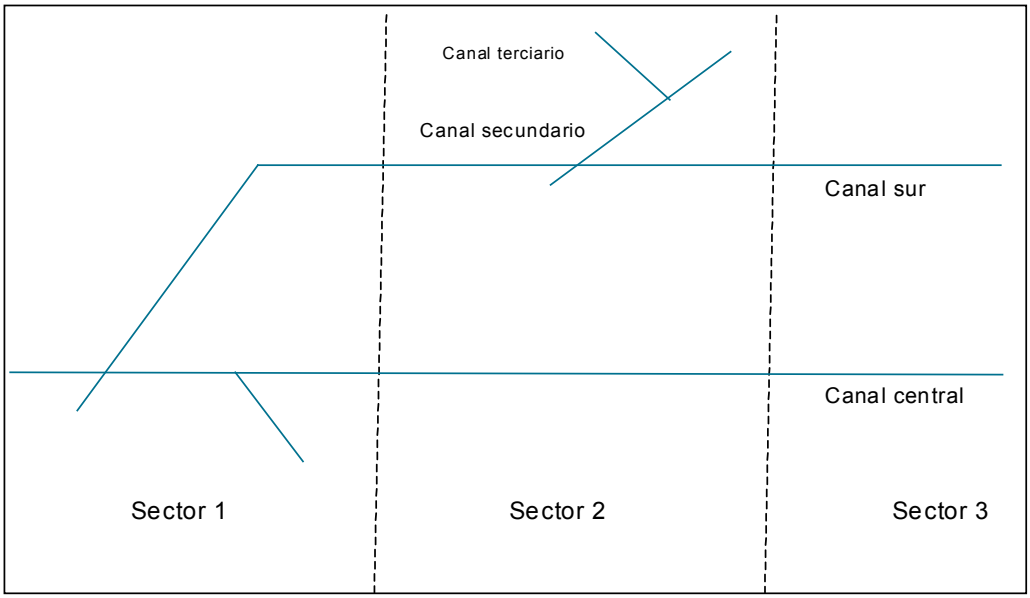


Figura 3.3 Esquema del sistema de riego en el valle de San Jerónimo

El valor del agua se obtuvo de la diferencia entre el valor más alto de productividad (beneficio neto/Vol. agua) de los usuarios de riego y quienes no lo usan. Para fines de comparación se incluyeron los datos de ganancia obtenida en los cultivos de maíz dulce y tomate. Éstos representarían el costo de oportunidad de usar el agua para producción de maíz criollo.

Vista del canal central de riego

Resultados y discusión

En el cuadro 3.8 se observa que la producción anual de maíz criollo por unidad de área es mayor con acceso a riego que sin él. Según los datos, dicha producción es entre 2,6 y 5,8 veces mayor (en promedio 4,7 veces). Parte de esta diferencia se debe al aumento en el número de cosechas por año, ya que sin riego solo se produce una, mientras con riego se consiguen dos. Tomando esto en cuenta, la producción anual podría duplicarse. Sin embargo, se aprecia que el aumento en producción puede incrementarse casi seis veces.

Cuadro 3.8 Producción anual de maíz criollo en el valle de San Jerónim

			Extensión de tierra		
Grupo agricultores	**Promedio de cosechas**	**Producción total (qq)**	**Mz**	**Ha**	**Producción por área (qq/Ha)**
c/riego sector 1	1,36	33,6	0,70	0,49	68,11
c/riego sector 2	1,91	62,7	0,75	0,53	118,75
c/riego sector 3	1,95	77,0	0,73	0,51	151,43
Con riego (media ponderada)	1,81	62,5	0,73	0,51	121,80
Sin riego	1,00	31,2	1,71	1,20	26,6

El cuadro 3.9 muestra que el sector 1 cuenta con un caudal que duplica el caudal de los otros sectores de riego. También se observa que tiene el mayor número de horas de riego semanal. A pesar de tener el menor número de semanas en que cultivan porque tienen en promedio el menor número de cosechas al año, el volumen que utilizan por hectárea es el mayor. Los otros dos sectores tienen condiciones muy parecidas entre si, siendo la cantidad de horas semanales de riego las que influyen en que el volumen total por hectárea sea mayor para el sector 2.

Se utilizó el volumen bruto, es decir, el total de agua que pasó por los terrenos y no el agua que utilizaron las plantas para desarrollarse. Si esto se midiera darían resultados muy parecidos entre los casos por encontrarse en el mismo valle, con condiciones prácticamente iguales. Lo importante es que el acceso a riego asegura tener suficiente agua (o hasta excesiva) para los cultivos y con mayor regularidad, puesto que el turno dura tres días cada ocho días en cada sector de riego. Hay cierto volumen de agua de riego y de lluvia que se pierde como escorrentía, evaporación y percolación, por lo que no se está asumiendo que los cultivos consumen todo el volumen de agua. Sin embargo, sí es el volumen de agua que emplean en los cultivos.

En el cuadro 3.10 se aprecia que hay variación en el beneficio neto entre los sectores de riego. En general, los agricultores que tienen acceso al riego perciben ingresos hasta 4,6 veces más que quienes no lo tienen. Utilizando el promedio general, el beneficio neto es 3,7 veces mayor.

Cuadro 3.9 Volumen de agua anual aplicado al cultivo de maíz criollo

Grupo agricultores	Caudal medio (m^3/s)	Riego semanal (Hrs)	N° semanas de uso de agua	Vol. bruto/área (m3/ha)
Sector 1 c/riego	0,042	5,8	22,0	41.240
Sector 2 c/riego	0,019	5,5	22,5	30.044
Sector 3 c/riego	0,020	5,0	22,5	26.095
Con riego (media ponderada)	0,024	5,4	22,4	32.666
Sin riego	n/a	n/a	30,0	7.470

Nota: se sumó el volumen de lluvia al volumen de riego a los agricultores que siembran en la época lluviosa.

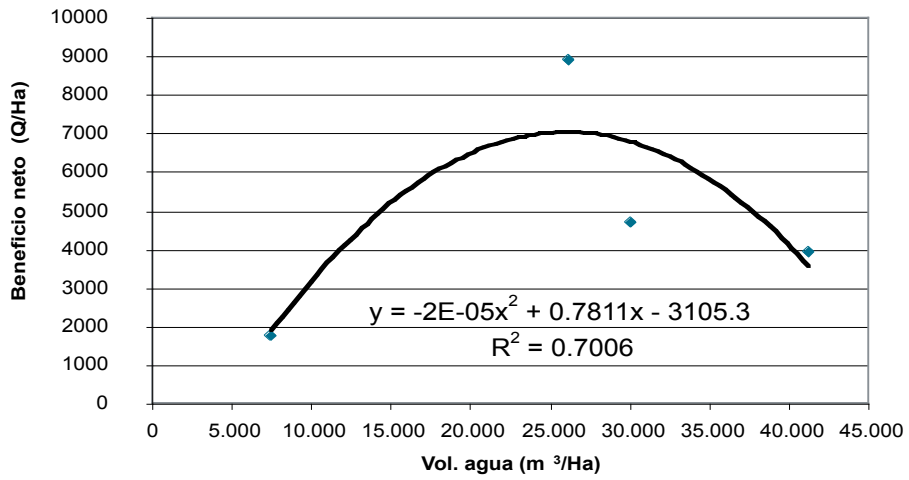
Cuadro 3.10 Beneficio neto anual por volumen de agua empleada en el cultivo de maíz criollo en el valle de San Jerónimo

Grupo agricultores	Ingresos (Q/ha)	Costos (Q/ha)	Beneficio neto (Q/ha)	Beneficio neto/Vol. Agua (Q/m^3)
Sector 1 c/riego	9.894,48	5.968,25	3.926,23	0,095
Sector 2 c/riego	14.517,51	9.820,17	4.697,34	0,156
Sector 3 c/riego	16.636,90	8.534,39	8.102,51	0,342
Con riego (media ponderada)	14.949,65	8.490,04	6.459,61	0,198
Sin riego	4.167,66	2.424,60	1.743,06	0,233
Valor máximo del agua*				0,109

* Cambio en productividad entre el mayor valor con riego y el valor sin riego.

Tomando los promedios, el agua que utilizan los agricultores que no tienen acceso al riego tiene un beneficio neto mayor que el agua utilizada en riego. Esto podría darse porque no se está utilizando apropiadamente el agua en el riego. Casi todos los agricultores realizan el riego por gravedad, con agua en exceso.

Comparando los dos datos promedio (con y sin riego), el beneficio por m^3 es negativo, puesto que, mientras más agua se utiliza, menor beneficio por unidad de volumen se obtiene. En la figura 3.4 se observa este comportamiento para los tres puntos con mayor consumo de agua, los que tienen riego. La gráfica también muestra que la utilización de más agua para el cultivo sí produce beneficios mayores hasta alcanzar un punto más alto, luego del cual el beneficio decrece. A pesar que la correlación observada fue alta ($r^2 = 0,70$), el reducido número de datos no le confiere la confiabilidad deseable. Sin embargo, la gráfica podría sugerir la tendencia de los datos.



Nota: el punto más cercano al origen corresponde al grupo de agricultores que cultivan con agua de lluvia, mientras los otros tres puntos representan a los tres sectores del sistema de riego (sector 3, 2 y 1, respectivamente, de mayor a menor valor en Y).

Figura 3.4. Productividad anual del cultivo de maíz criollo en el Valle de San Jerónimo y Salamá

El nivel óptimo de utilización del agua podría está cerca del que se obtuvo en el sector 3 del sistema de riego, como se aprecia en la gráfica. Tomando como referencia este dato y que los agricultores sin riego tienen como volumen mínimo de agua la de lluvia, el valor del agua sería igual a la diferencia de productividad entre los dos puntos. Así, según los datos aquí presentados el valor del agua sería Q0,109/m^3.

En general, para el cultivo de maíz criollo con riego se está utilizando cerca de un 125% del agua que da los beneficios óptimos por volumen de agua. El valor del agua tiene una disminución de Q0,247/m^3 relacionada a dicho exceso si se compara el beneficio neto mayor con el menor (sector 1 con sector 3).

Los datos no toman en cuenta el trabajo propio de los agricultores. En tal caso se tendrían que descontar unos Q6.600 al año, con lo que el beneficio neto sería negativo para los agricultores que no usan riego y para los de los sectores 1 y 2 de los que sí lo usan. Los agricultores del sector tres sí tendrían un beneficio mayor (aprox. Q1.500 al año). En general, estas cifras muestran que el cultivo de maíz criollo, aún bajo riego, es de subsistencia.

No se evaluó el cambio en productividad para los cultivos de maíz dulce y tomate ya que no existe ningún productor sin acceso al sistema de riego ni hay tantos productores en cada sector de riego para hacer una comparación con suficientes grados de libertad.

Los datos recabados para el maíz dulce y el tomate sugieren que la productividad potencial del agua podría ser bastante alta. Para el maíz dulce se estimó en Q1,20/m^3 y para el tomate (aunque con muy pocos datos) en Q2,53/m^3. A pesar que darle uso al agua para dichos cultivos pareciera lo más recomendable, ambos requieren de mayor inversión y presentan mucho riesgo (plagas, enfermedades, variación alta de precios). En cualquier caso, el costo de oportunidad de la utilización del agua en producción de maíz criollo bajo riego es de Q2,53/m^3, que es el valor relacionado al cultivo del tomate. Puede ser más alto si se estimara dicho valor para un cultivo más rentable, como podrían ser los helechos.

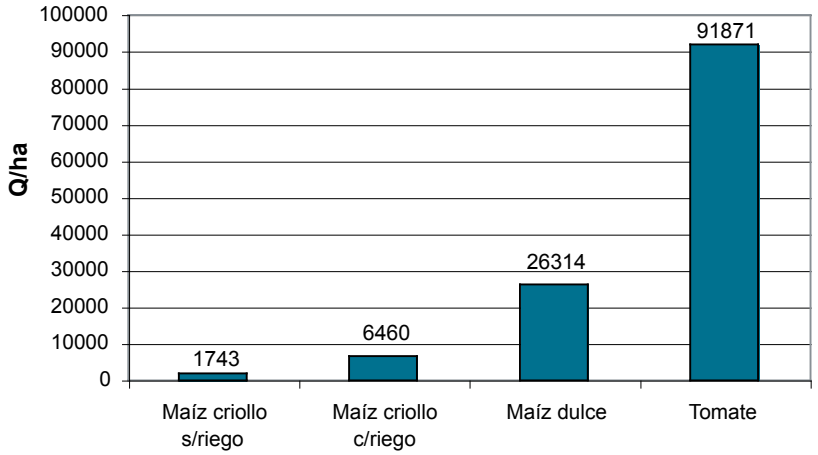
También se muestran en el cuadro 3.11 los ingresos anuales aproximados que tienen los agricultores. Tomando en cuenta la extensión promedio de tierra que poseen, sus ingresos son los siguientes: maíz criollo sin riego (1,2 ha) Q2.091,67, maíz criollo con riego (0,51 ha) Q3.294,40, maíz dulce (0,79 ha) Q20.788,15 y tomate (0,83 ha) Q77.427,14.

Cuadro 3.11 Beneficio neto anual por extensión de tierra en el valle de San Jerónimo y Salam

Cultivo	Ingresos (Q/ha)	Costos (Q/ha)	Beneficio neto (Q/ha)
Maíz criollo s/riego	4.167,66	2.424,60	1.743,06
Maíz criollo c/riego	14.949,65	8.490,04	6.459,61
Maíz dulce	60.120,05	33.805,94	26.314,11
Tomate	164.047.62	72.176,87	91.870,75

* Precio de maíz: Q 1,25/lb, maíz dulce: Q 4/bandeja, tomate: Q 65/caja (dada la variación, se tomó el punto medio de los rangos de precios de los primeros meses de 2005).

En la figura 3.5 se aprecia la diferencia en beneficio neto anual por hectárea. Independientemente de la cantidad de agua usada para riego, todos los cultivos permiten tener mayores beneficios por hectárea que el cultivo de maíz criollo sin riego. El tipo de cultivo hace que existan grandes diferencias entre éstos, que también se relacionan con los niveles de inversión requeridos.



Nota: el maíz dulce y el tomate solo se cultivan bajo riego.

Figura 3.5. Beneficio neto anual por hectárea en los cultivos principales del Valle de San Jerónimo y Salamá.

Conclusiones

- Se determinó que en el valle de San Jerónimo y Salamá se está obteniendo un beneficio neto por volumen de agua de Q0,233/m^3 para maíz criollo sin riego y Q0,198/ m^3 para maíz criollo con riego (US$0,03/m^3 y US$0,023/m^3, respectivamente).
- El valor del agua máximo encontrado es de Q0,109/m^3 (US$ 0,015/m^3) para el cultivo de maíz criollo. Este valor puede aumentar a Q1,20/m^3 (US$ 0,16/m^3) si el agua se usa para cultivar maíz dulce.
- El cultivo de maíz criollo con riego se está utilizando cerca del 125% del agua que da los beneficios óptimos por volumen de agua. El valor del agua tiene una disminución de Q0,247/m^3 relacionada a dicho exceso.
- En general, el cultivo de maíz criollo, aún bajo riego, es de subsistencia en el valle de San Jerónimo y Salamá.

d. Valoración del agua utilizada en piscicultura

La tilapia (*Oreochromis* spp.) es un pez nativo de África que ha sido introducido en muchos países del mundo. Por su resistencia a enfermedades, su facilidad de reproducción, su habilidad en consumir una gran variedad de alimentos y otras características, las tilapias son especies de cultivo aptas en la mayoría de los países en vías de desarrollo (Bocek 2004, ALCON 2004)

Según Bocek (2004) los peces no comen si es muy baja la concentración de oxígeno disuelto en el agua del estanque. Los requerimientos de calidad del agua ideales son los siguientes (Cuadro 3.12 y Figura 3.6)

Cuadro 3.12 Niveles óptimos y letales de calidad de agua

Parámetro	Nivel óptimo	Nivel letal
Oxígeno (6:00 am)	> 4 ppm	< 0.8 ppm
Temp. promedio	28-32 °C	< 12 ó > 38°C
pH	6,5 a 8,5	< 5 ó > 9
Alcalinidad (mg/L)	100 a 160	< 25
Dureza (mg/L)	120 a 200	< 25
Nitritos (mg/L)	Max. a 0,5	> 5
Amonia (mg/L)	Max. a 0,1	> 0,2

Fuente: ALCON 2004

Figura 3.6 Muestreo de agua realizado en río San Jerónimo.

Existen varios niveles de mortalidad por fase del cultivo de la tilapia. Mientras más pequeño es el animal mayor es su tasa de mortalidad. La tasa promedio para todo el ciclo de cultivo es del 50%, aunque puede variar entre 40 y 60% dependiendo del número de transferencias o movimientos que se hagan, el número de etapas, la densidad de siembra, el sistema de cultivo, el tamaño de cosecha, las condiciones del agua, etc. (ALCON 2004).

En el valle de San Jerónimo y Salamá existe producción de tilapias en charcas o estanques. Uno de los productores, quizás el más grande, es la estación pecuaria de la Asociación de Usuarios de Riego (AURSA). La estación pecuaria de la AURSA cuenta con 13 charcas: cuatro pequeñas (1.120 m^2 de espejo de agua), cinco medianas (1.345 m^2) y cuatro grandes (2.691 m^2). La especie de tilapia que cultivan es *Oreochromis niloticus*.

La producción anual de la estación pecuaria ha sido cercana a las 30.000 lb. en los últimos dos años. El precio por libra durante 2004 fue de Q.10 y todo se vendió en las mismas instalaciones de la estación pecuaria. El peso de venta promedio por pez ha sido de 10 onzas.

Metodología

Se utilizó la metodología de Cambios en Productividad. Los cambios se calcularon mediante los cambios en producción de peces (en lb) causados por cambios en cantidad de agua utilizada en el cultivo (en m^3). En el estudio se utilizaron dos charcas, una experimental y otra control. Se escogieron tomando en cuenta que las condiciones para el crecimiento de los peces fueran muy similares (fecha y densidad de siembra, tasa de alimentación, entre otras).

El cambio en productividad se determinó monitoreando el peso de los peces durante dos meses (diciembre 2004 y enero 2005). Se tomó el peso inicial de una muestra de peces (aprox. 5%) de cada charca y luego se pesaron otras muestras cada 15 días, con lo que se obtuvieron cuatro datos de cambio de peso (Ver fotografía de la página 37).

Las variaciones de cantidad de agua utilizada se determinaron con base en el oxígeno disuelto (DO) de los estanques. Tomando en cuenta la teoría, se trató de bajar el nivel de DO del estanque experimental a un valor menor a la concentración óptima para la producción de tilapia (4 mg/l). Se tomaron datos en varias fechas para obtener un caudal promedio de ingreso de agua a cada charca. Se llevó también un registro de las horas en que se hizo recambio de agua. Luego se multiplicó el número de horas por el caudal promedio. Así, para cada período en que se estimó el cambio en peso se tuvo un dato del volumen relacionado que se utilizó.

El valor del agua se calculó a partir de los cambios en ganancias producidos por cambio en volumen de agua. Se determinó la ganancia por libra de pescado restando los costos totales de producción de la estación pecuaria de la AURSA, de los ingresos totales y dividiéndola dentro del total de libras producidas durante el año. A los costos totales se restó antes el valor obtenido por productos secundarios del cultivo de peces (caracoles y alevines principalmente) que no requieren de inversiones adicionales significativas. Los datos de referencia utilizados corresponden a los datos reales de la estación de 2004.

Medición de peces en la estación piscícola de San Jerónimo manejada por socios de AURSA (Guerra 2004).

Como se aprecia en el cuadro 3.15, se calculó la diferencia en productividad (lb. Pescado/ Vol. de agua) entre las dos charcas. Luego, la diferencia se expresó en términos monetarios multiplicando las libras resultantes por el precio de venta y restando los costos promedio de producción por libra. Se tomaron dos escenarios, el real y el potencial. Este último se tomó a partir de la producción potencial de la estación pecuaria, con una mortalidad del 50% de los peces que siembran y con un peso promedio final de 12 onzas.

Resultados y discusión

El estudio se llevó a cabo durante los días de vida 124 y 188 de los peces en el estanque control y entre los días 105 y 169 de los peces en el estanque experimental; la sección de la curva de crecimiento para los peces de ambos estanques es muy parecida. Esta es una de las condiciones que apoyan el supuesto del estudio de que la diferencia de cambios de productividad entre los dos grupos de peces se debe a la cantidad de agua empleada. De igual manera, las densidades tan cercanas mostradas en el cuadro 3.13 apoyan tal supuesto. El cuadro 3.14 presenta otros parámetros de calidad del agua que también fueron parecidos entre las charcas.

Cuadro 3.13 Condiciones de cultivo de tilapia durante el estudio

Estanque	Volumen (m^3)	Cantidad peces	Densidad siembra (peces/m^2)	Fecha de siembra	Tasa de alimentación (lb. alim./ pez)
Experimental	1.344	7.000	5,7	15 nov 04	0,13
Control	3.469	10.000	4,4	27 oct 04	0,11

Cuadro 3.14 Calidad promedio del agua utilizada en producción de tilapia (30 nov 2004 a 31 e 2005)

Estanque	DO		TDS	Cond. Elec.	Temp.
	mg/L	%	mg/L	µS/cm	°C
Experimental	8,22	107,4	11,1	24,3	23,6
Control	8,31	109,9	12,6	27,4	23,7

A pesar de lo planteado en la metodología, el cuadro 3.14 muestra que los niveles de oxígeno disuelto de los dos estanques, el factor que más incidiría en el cambio de productividad, no fue significativamente diferente, aunque sí fue mayor en el estanque control donde se empleó más agua. Aunque se usó más agua en la charca control, hay otros factores que influyen en la oxigenación del agua, tales como el viento, la actividad fotosintética de las algas en el agua e incluso el movimiento de los mismos peces. Por estos factores se cree que el nivel de oxígeno disuelto fue tan parecido entre las charcas. No obstante, el utilizar más agua en un estanque sí produjo un cambio de productividad de los peces.

El cuadro 3.15 muestra el resumen de los resultados. El volumen inicial de agua de los estanques no se tomó en cuenta puesto que se calculó la diferencia, es decir, solo el volumen extra que se utilizó y que estaba relacionado al cambio de peso observado. La productividad se refiere a la razón entre el cambio de peso y el volumen de agua utilizado. También se observa que la productividad en ambos estanques aumentó cada vez, coincidiendo con la figura 3.7. Lo que se midió y tomó como base para la valoración fue la diferencia en ese cambio de productividad, que correspondería a la pendiente de la gráfica de crecimiento.

El coeficiente de correlación de Pearson entre el cambio de peso y el volumen de agua de recambio utilizado (r)= 0,73. Esto indica que existe una relación directa entre las dos variables; es decir, mientras más aumenta una, también aumenta la otra. El valor que resultó es medianamente alto, considerando que el mayor es 1,0.

Cuadro 3.15 Cambio en productividad relacionado a cambio en volumen utilizado en cultivo de tilapia

Período	Cambio peso (lbs)		Cambio vol. agua(m^3)		Productividad (lbs/m^3)		Cambio productív. (lbs/m^3)
Estanque	**Exp.**	**Control**	**Exp.**	**Control**	**Exp.**	**Control**	
30 nov-15 dic	123.194	128.615	304.298	487.971	0,405	0,264	-0,141
16 dic - 3 ene	142.681	323.329	304.298	579.465	0,469	0,558	0,089
4 ene-14 ene	121.477	265.460	228.223	304.982	0,532	0,870	0,338
15 ene-29 ene	379.132	552.552	494.484	579.465	0,767	0,954	0,187
Promedio	191.621	317.489	332.826	487.971	0,543	0,661	0,118

En el cuadro 3.16 se traduce el cambio en productividad a términos monetarios. Los ingresos totales equivalen al valor de dicho cambio multiplicado por el precio de la libra de pescado en 2004, Q10. La estimación del valor del agua depende también de la eficiencia en producción. Los datos de los dos escenarios presentados aquí reflejan esa variación. Por una parte, en el primer escenario los costos por libra en 2004 ascendieron a Q7,75. Entonces, el beneficio neto fue menor y como resultado el valor del agua es de Q0,299 por m^3. Por otro lado, en el segundo escenario se estimó que los costos de producción utilizando los mismos insumos pudieron ser sido de Q5,77, con lo cual el beneficio neto es mayor, al igual que el valor del agua: Q0,50/m^3.

Cuadro 3.16 Valor del agua basado en el cambio en productividad

Período	Cambio productividad (lbs/m^3)	Ingresos totales(Q/m^3)	Valor basado en datos reales			Valor basado en datos potenciales		
			Costos totales(Q/m^3)	Beneficio neto (Q/m^3) Valor agua	Beneficio neto (US$/$m^3$) Valor agua	Costos totales (Q/m^3)	Beneficio neto (Q/m^3) Valor agua	Beneficio neto (US$/$m^3$) Valor agua
30 nov - 15 dic	-0,141	-1,413	-1,055	-0,857	-0,046	-0,815	-0,598	-0,077
16 dic - 3 ene	0,089	0,891	0,666	0,225	0,029	0,514	*0,377*	0,049
4 ene - 14 ene	0,338	3,381	2,526	0,856	0,110	1,951	1,430	0,185
15 ene - 29 ene	0,187	1,868	1,396	0,473	0,061	1,078	0,790	0,102
Promedio	0,118	1,182	0,883	0,299	0,039	0,682	0,500	0,065

Cabe mencionar que, aunque se nombró al segundo escenario potencial no representa el máximo potencial. Este último consiste en que el ciclo de producción puede reducirse de seis meses a cuatro, que el peso final de la tilapia puede ser de 1,5 lbs (el doble del actual) y que la densidad de siembra puede aumentarse al doble o más. La disposición de agua que existe en el valle y su calidad son factores que hacen factible este incremento. Naturalmente, alcanzar este potencial implicaría aumentar los costos de producción dado el aumento obvio en costos variables y se

necesitaría de cierto mercadeo puesto que es difícil que esta producción mayor se venda en la misma estación pecuaria como sucede con la producción actual. Sin embargo, es muy probable que los beneficios sean mucho mayores a los que se han obtenido.

Es aconsejable que se continúen realizando estudios como el presente para tener una idea más exacta del cambio en productividad resultante de la utilización de más agua.

En este estudio se encontró un dato sobre el valor económico del agua; sin embargo, se sabe que sin agua la producción piscícola sería imposible, por lo que su valor es muy alto. Los datos aquí presentados pueden servir como herramienta para negociar el establecimiento de un aporte de los productores piscícolas por la utilización del agua. Es información de referencia y no el precio de mercado que debería tener el agua.

Conclusiones

- Se determinó un valor del agua de Q0,299/m^3 (US$ 0,039/m^3) en la producción de tilapia en la estación pecuaria de la AURSA, basado en sus datos de producción de 2004.
- Se comprobó que el valor del agua podría ser de Q0,5/m^3 (US$ 0,065/m^3), basado en cifras que la estación pecuaria pudo haber alcanzado durante 2004 con mayor eficiencia.
- Se obtuvo un coeficiente de correlación de 0,73 entre el volumen de agua de recambio y la ganancia obtenida en el cultivo de tilapia; es decir, a mayor volumen utilizado se obtiene un mayor aumento en el peso de los peces.
- Los resultados sugieren que el cambio en el DO no fue el factor que más incidió en el aumento de la productividad del cultivo por usar más agua.

e. Valoración del agua utilizada en generación de energía hidroeléctrica

La creciente demanda de energía y las limitaciones de la capacidad instalada del sistema nacional de generación eléctrica promovieron que el Instituto Nacional de Electrificación promocionara contratos de generación privada mediante la modalidad de construir, poseer y operar. En la Ley General de Electricidad, emitida en 1996 se creó el Administrador del Mercado Mayorista (AMM), ente privado sin fines de lucro encargado de coordinar la operación de centrales generadoras, interconexiones internacionales y líneas de transporte al mínimo costo para el conjunto de operaciones del mercado mayorista, en un marco de libre. El costo variable es declarado periódicamente y los generadores hidroeléctricos declaran un valor del agua (AMM 1999).

Dentro de la cuenca se encuentra una hidroeléctrica privada que cuenta con dos fases o plantas de generación. La primera fase se abastece con agua del río Chilascó, del cual se trasvasa el caudal hacia el río San Jerónimo. La segunda fase se abastece con el río Matanzas (nombre del río San Jerónimo en ese punto), que se forma por los afluentes Las Flautas y San Isidro.

El caudal del río Matanzas autorizado a la hidroeléctrica es de 2 m^3/s en época seca (noviembre a abril) y de 3,5 m^3/s en la época lluviosa (mayo a octubre). Del río Chilascó se autorizó un caudal de 1,2 m^3/s en época seca y de 2m^3/s en época lluviosa. El embalse de la fase I almacena aproximadamente 15.000 m^3 y el de la fase II almacena 70.000 m^3. La capacidad mínima de producción es de 5 MW y la máxima de 10 MW. Para la fase I la capacidad instalada es de 3MW y para la fase II de 7-8 MW. La energía anual promedio se estimó en 19,7 GWh para la fase I y de 47 GWh para la fase II.

Metodología

El estudio se basa en el cambio de la generación de energía relacionado al cambio en el volumen de agua que ingresó al embalse de la hidroeléctrica de julio y diciembre de 2004.

Parte de la información necesaria fue provista por la empresa propietaria de la hidroeléctrica y el resto se obtuvo en la página *web* del Administrador del Mercado Mayorista (AMM). Dada la confidencialidad de cierta información, no se presenta en detalle.

El volumen de agua utilizado durante los meses del estudio se obtuvo de los datos de caudal de ingreso al embalse que la hidroeléctrica registró. El estudio se basa en la cantidad de agua relacionada con la producción y no la que realmente pasó por las turbinas. Ésta simboliza el agua disponible para uso y es la que se monitorea con regularidad. Se multiplicó el caudal promedio mensual (m^3/s) por la cantidad de segundos que hay en un mes.
Se utilizó la siguiente función de cambio en productividad:

$$\frac{\Delta \text{ Productividad}}{\Delta \text{ Vol. Agua}} = \frac{\Delta \text{ Ganancia}}{\Delta \text{ Vol. Agua}} = \frac{G_2-G_1}{Vol_2-Vol_1} = I_2-I_1+CV_1-CV_2$$

En donde:
G_1= Ganancia en punto 1
G_2= Ganancia en punto 2
I_1= Ingresos totales en punto 1
I_2= Ingresos totales en punto 2
CV_1= Costos variables en punto 1
CV_2= Costos variables en punto 2
Vol_1= Volumen de agua en punto 1
Vol_2= Volumen de agua en punto 2

La fórmula se derivó de lo siguiente:
Ganancia = Ingresos totales – Costos totales
Costos totales = Costos fijos + Costos variables

$\Delta G = G_2 - G_1 = (I_2 - (CF_2 + CV_2)) - (I_1 - (CF_1 + CV_1))$

Tomando en cuenta que $CF_2 = CF_1$ (en general CF) porque se trata de la misma hidroeléctrica;
$\Delta G = I_2 - CF - CV_2 - I_1 + CF + CV_1$
$\Delta G = I_2 - I_1 + CV_1 - CV_2$

El punto 1 se definió como el mes en que se usó menos agua (diciembre 2004) y el punto 2 representa al mes en que se utilizó mayor cantidad de agua (julio 2004).

Para estimar los ingresos totales se multiplicó la producción total de cada mes (en KW) por el precio promedio. Este último fue el precio promedio para los meses de julio a diciembre de 2003 y 2004, dado que la hidroeléctrica operó en dicho período en el Mercado de Oportunidad de la Energía. El costo variable que se utilizó es el costo que reportó la empresa al Administrador del Mercado Mayorista.

Resultados y discusión

En la figura 3.7 se aprecia la correlación lineal perfecta ($r^2 = 0{,}9985$) que existe entre la cantidad de agua y la generación de energía hidroeléctrica. Como se mencionó antes, el volumen presentado aquí no es el volumen que pasó por las turbinas sino el volumen que ingresó al embalse. Esto se dio porque el volumen se registra normalmente, además de ser el volumen disponible para utilización. La ecuación que se observa en la figura correspondería a la función de producción de energía en función del volumen de agua disponible. Se debe tomar en cuenta que ésta resultó de los datos de seis meses de 2004, meses en los cuales la precipitación pluvial es mayor. Si se hubiesen incluido los primeros seis meses del año se tendrían más puntos cerca del origen ya que son los meses con menos precipitación. Se tomaron solo los últimos seis meses de 2004 debido a que son los únicos para los que se encontró toda la información necesaria. Lo ideal sería haberlo hecho para todos los meses en que ha funcionado la hidroeléctrica (octubre de 2002 a diciembre de 2004).

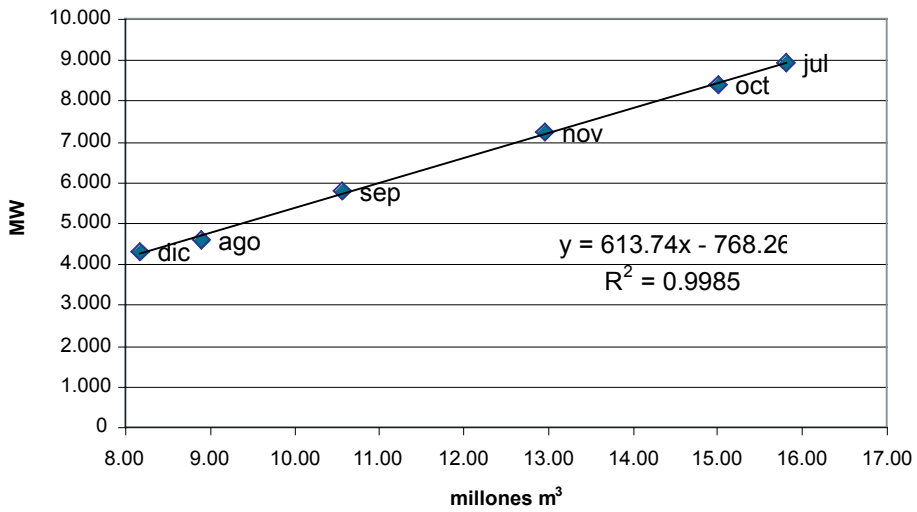


Figura 3.7. Generación de energía hidroeléctrica y volumen de agua relacionada. Cuenca del río San Jerónimo, BV, 2004

Para la estimación del valor del agua se utilizó el precio promedio para cada mes con base en los precios del 2002 y 2003. Como se observa en el cuadro 3.17, hay variación en cada mes. En realidad, existe variación en los precios de la electricidad dependiendo de la hora del día en que se venda puesto que es más alto en las horas de mayor utilización de energía. Asimismo, el precio varía si se vende al mercado mayorista bajo contrato o si se vende al Instituto Nacional de Electrificación (INDE) sin contrato. Para el estudio se estimaron precios promedio por razones prácticas y tomando en cuenta que el valor del agua resultante es un dato de referencia.

El valor del agua resultó de una función de producción. Esto implica que es cambiante según los puntos de referencia que se empleen. Para el dato aquí presentado la referencia fue la generación y el volumen de agua de los dos meses extremos; el mes en que se registró menos volumen de agua y el mes en que se registró más volumen. El valor que se obtuvo representa el valor más alto del período tomado en cuenta. Éste habría sido mayor si se hubieran incluido los primeros meses del año dado que son los meses más secos y con menor generación de energía.

Cuadro 3.17 Generación de energía en la hidroeléctrica privada ubicada en cuenca del río San Jerónimo, B.V. Año 2004.

Variable/mes	Vol. Agua (m^3)*	Generación (MWh)	Costo variable (US$/KWh)	Precio promedio (US$/KWh)
Julio	15.823,987	8.931,873	0,04659	0,05343
Agosto	8.903,002	4.566,983	0,05581	0,05540
Septiembre	10.567,584	5.765,631	0,06489	0,05601
Octubre	15.001,718	8.405,973	0,04393	0,05566
Noviembre	12.962,592	7.248,671	0,05143	0,05322
Diciembre	8.182,512	4.317,99	0,06115	0,05258

* Disponible para generación

Conclusiones

- Se determinó un valor del agua de Q0,099/m^3 (0,013 US$/$m^3$) para la hidroeléctrica privada que se encuentra en la cuenca del río San Jerónimo, B.V.
- Se encontró una correlación lineal perfecta (r^2= 0,9985) entre el volumen de agua que ingresa al embalse y la generación de energía hidroeléctrica, con una función de producción representada por: y= 613,74x –768,26, en donde y= generación en MW y x= volumen de agua.

f. Disposición de pago en el pueblo de San Jerónimo

La cabecera municipal de San Jerónimo cuenta con una población de 4.321 habitantes, con 1.267 viviendas. Para abastecerse de agua cuentan con un sistema que capta el agua de una quebrada ubicada en terrenos de la aldea San Isidro, dentro de los límites de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. Anteriormente se abastecían con agua del canal de riego (Defensores de la Naturaleza 2004).

Metodología

El estudio se basó en una encuesta cuyo objetivo no se circunscribió solo al estudio de disposición de pago, sino que incluyó preguntas que ayudarían a conocer la situación del servicio de agua potable del pueblo y la opinión de la población. Se hizo un primer borrador y se discutió con el Comité Urbano del Agua y el Concejo Municipal de San Jerónimo. La nueva versión (ver anexo) se discutió entre Defensores de la Naturaleza y la cooperación alemana (DDM-GTZ) con quienes se trabajó apoyando a la municipalidad.

Para definir el tamaño de la muestra se tomaron en cuenta los datos del diagnóstico del agua y saneamiento levantados por la Municipalidad en 2004. Así se tomó una población de 1.111

casas de habitación (N=1.111). La fórmula utilizada indicó una muestra de 88 casas. La toma de muestras se hizo completamente al azar, con máximas varianzas permisibles.

Se pasó la encuesta en un día con la colaboración de estudiantes de la carrera de Perito en Administración Pública de Salamá, quienes recibieron una capacitación previa y tuvieron la supervisión de Defensores de la Naturaleza. La información de las encuestas fue tabulada por DDM-GTZ en el programa Excel y de ésta se tomó la pertinente para el estudio.

Para determinar la disposición de pago se calculó la media ponderada utilizando el punto medio de cada rango de pago y multiplicándolo por la frecuencia del rango. Para el rango mayor se tomó el punto medio entre la cantidad descrita y la media de los valores por arriba de ésta, indicados por los encuestados.

La disposición de pago por mejora del servicio de agua es la diferencia entre el monto medio resultante y la tarifa actual (Cuadro 3.19). En el caso de la disposición de pago para protección del bosque de la microcuenca que abastece de agua al pueblo, se tomó la media ponderada de los datos de la figura 3.9, tomando en cuenta que en el presente no se paga ninguna cuota para este fin.

Resultados y discusión

El hecho de que el 79% de los encuestados hayan sido jefes de familia le da mayor peso a los resultados, ya que son los que tienen control sobre la situación del hogar. El cuadro 3.18 también muestra que las edades de los encuestados corresponden a adultos en la edad económicamente más productiva (73%).

El cuadro 3.19 señala la disposición de pago por el servicio de agua domiciliar. Los ingresos mensuales promedios de las familias son bastante bajos. La tarifa actual por el agua constituye solo el 0,5% del ingreso promedio de las familias, lo cual es diez veces menor de lo que mencionan los Consultores Profesionales de Ingeniería (2000) que debería gastar cada familia.

El 100% de los encuestados dijo contar con agua todos los días del año. Solo en algunos casos se mencionó que no había agua durante todo el día pero la regularidad era de más de 12 horas diarias. En este sentido, no hay muchas mejoras que se puedan llevar a cabo.

Cuadro 3.18 Perfil de las personas encuestadas

Jefe de familia	**79% sí, 20% no**
Sexo	65% F, 34% M
Edad	73% entre 26-55 años, 17%>55, 9%<26
Escolaridad	46% primaria, 22% no estudió, 20% diversificado, 9% básico
Ingresos mensuales (media ponderada)	Q1.176,47
Miembros por familia (media ponderada)	4

Cuadro 3.19 Disposición de pago por servicio de agua domiciliar

Descripción	**Q/mes**
Tarifa actual	6
Condiciones actuales (calidad y regularidad)	6,31
Mejores condiciones (calidad y regularidad)	8,75
Diferencia por la mejora del servicio (WTP)	2,75

El 56% de la población dijo que bebía agua del chorro, mientras el restante 44% no lo hace. Muy relacionado con este aspecto, el 69% de la población compra agua purificada para beber, la cual representa un gasto mensual promedio de Q.89 (cerca de siete tambos por familia). Estos datos indican que la población no confía en la calidad del agua y también dan indicios de lo que la población (69%) paga cuando hay necesidad de adquirir agua confiable. Si se propusiera la municipalidad lograr que el agua del servicio domiciliar fuera realmente potable, podría incrementar la tarifa de forma considerable y hacer que la mayoría de la población se beneficie al no gastar extra en agua purificada. Un punto clave en esto es la certeza de que el agua sea potable.

Según los datos de la figura 3.8, la disponibilidad de pago por el servicio ambiental de regulación hídrica (protección del bosque en la microcuenca que abastece al pueblo) es de Q.2,46 mensuales. A pesar de que solo el 18% de la población aseguró que la contribución para proteger al bosque fuera en cuotas mensuales, el 82% de los encuestados (figura 3.9) respondió a la pregunta sobre el monto mensual que estarían dispuestos a aportar. Es interesante que el mayor porcentaje de encuestados haya escogido el mayor rango de contribución. Se calculó el coeficiente de correlación (r=0,30) entre los ingresos (figura 3.10) y la disponibilidad de pago para la protección del bosque. Aunque está del lado positivo, lo cual indica que mayores ingresos económicos se podrían relacionar a una disposición de pago mayor, el valor es bastante bajo, por lo que no se puede concluir que hay relación entre las dos variables.

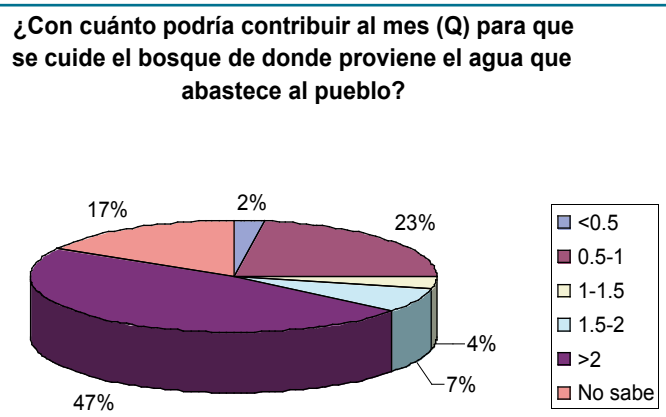


Figura 3.8. Representación gráfica de disponibilidad de pago para protección del bosque.

Nota: contestó el 82% de los encuestados

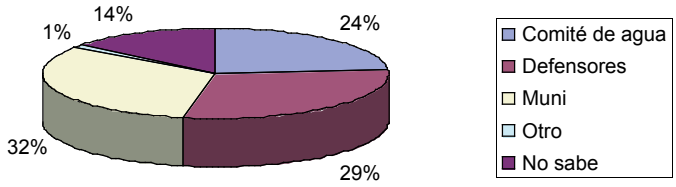


Figura 3.9. Representación gráfica de administrador sugerido del agua por la población

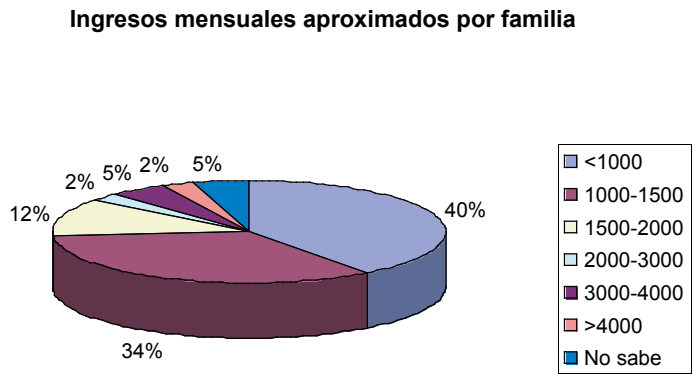


Figura 3.10. Ingresos mensuales aproximados por familia.

Por medio de la figura 3.9 se podría inferir que la municipalidad, Defensores de la Naturaleza y el Comité del Agua son confiables para la población. Con el porcentaje tan parecido de "votos" para cada institución parecería recomendable que la administración de los fondos se haga a través de una instancia que las reúna a las tres.

Según los datos obtenidos de disposición de pago, la cuota por servicio de agua domiciliar (con mejoras de calidad) y aporte para la protección de la microcuenca que abastece el agua podría ser de Q.11,21 por mes.

Conclusiones

- Se determinó una disposición de pago por mejora en calidad del agua del servicio domiciliar de Q.2,75 por mes.
- Se estimó una disposición de pago por el servicio ambiental de regulación hídrica del bosque de Q.2,46 por mes.
- Según la disposición de pago, la cuota mensual por el servicio de agua podría ser de Q.11,21.

g. Factibilidad de pago de usuarios de riego

El estudio de factibilidad de pago se enfocó en los usuarios de la unidad de riego de San Jerónimo y Salamá. La información que se utilizó fue generada como parte del estudio de valoración del agua utilizada para riego que se basó en encuestas sobre la producción agrícola.

Metodología

Se tomó la metodología de la "tasa objetivo" (*target rate*) que fue utilizada para calcular la factibilidad de pago en servicios de agua domiciliar rural en Montana, EUA (Blouke 2001). Éste consiste en estimar la media del costo del agua como porcentaje de los ingresos de la población. La tasa (%) resultante se multiplica por la mediana de los ingresos anuales, lo cual da la factibilidad de pago.

Se encuestó a un total de 54 agricultores que cultivan maíz criollo (n=54, N=428) quienes representan el 12,6%; así como a 16 productores de maíz dulce, quienes representan el 42,1% de los 38 que componen el total (n=16, N=38). También se entrevistaron a siete productores de tomate. Se tabularon todos los datos recabados en la encuesta y para los cálculos se utilizaron solo los datos de ingresos totales anuales y costos del agua por hectárea estimados.

Resultados y discusión

El resultado de factibilidad de pago anual por manzana indicado en el cuadro 3.20 es Q.60,50 más alto que la cuota actual. La proporción del gasto actual de agua por ingresos totales es muy pequeña. Esto también se refuerza con la comparación de que, en promedio, el costo por agua de riego representa el 4% de los costos totales por los cultivos. Siendo el agua un elemento tan importante cuenta con un valor económico bajo, lo cual podría reflejarse en un uso desmedido.

Cuadro 3.20 Factibilidad de pago

Descripción	Cantidad
Media de la proporción de gasto de agua por ingresos anuales	2,8%
Mediana de ingresos anuales (por ha)	Q.17.500
Factibilidad de pago anual (por ha)	Q.490
Factibilidad de pago anual (por Mz)	Q.343

La mediana incluida en el cuadro, que fue tomada de base para el cálculo, indica que el 50% de los usuarios de riego tienen ingresos anuales mayores a ésta y los ingresos anuales del otro 50% están por debajo. Esto podría implicar que para cierto número de agricultores la cuota sería alta. Para no afectarlos, en primer lugar, se recomienda fomentar un aumento en la eficiencia de sus cultivos o incentivos para producir más cosechas al año o, incluso, cambiar hacia un cultivo más rentable. El potencial actual es de dos cosechas de maíz criollo al año y se tiene un promedio un 1,81, según Defensores de la Naturaleza (2005). Según la misma fuente, en el sector 1 de la

unidad de riego, este promedio cae a 1,36 cosechas por año, por lo que el beneficio neto anual está alrededor del 50% del promedio para todos los productores de maíz criollo. En el caso de maíz dulce se puede tener tres cosechas al año. Otra opción podría ser que la AURSA otorgue cierto subsidio temporal a los productores con ingresos más bajos basados en una evaluación de sus condiciones socioeconómicas .

Cabe mencionar que tanto la tarifa actual como la señalada por la factibilidad de pago se basan en la unidad de tierra (ha o Mz). Esta forma es la más práctica porque se tiene la costumbre y las estimaciones requeridas. Sin embargo, la falla de este método consiste en que no se está procurando el uso más eficiente del agua. Según el estudio de Defensores de la Naturaleza (2005) en el riego se están utilizando volúmenes más altos de lo requerido, a causa de usar riego por gravedad. En la actualidad una persona que tenga un sistema de riego por goteo no tiene ningún incentivo por usarla eficientemente. Lo ideal y recomendable es establecer medidores y pagar por volumen de agua utilizada. De esta forma, el agua podría beneficiar a más productores tanto en el valle como en otras regiones que no trabajan la tierra por falta de agua para riego.

Conclusión

- Se determinó una factibilidad de pago de Q.490 por hectárea (Q.343/Mz) para los usuarios de riego de la unidad de riego de San Jerónimo y Salamá.

3.3. Monitoreo del agua del río San Jerónimo

a. Marco conceptual

La necesidad monitorear el recurso hídrico para que los diferentes actores involucrados en el manejo, vigilancia y control del recurso, dispongan de información relevante de fácil interpretación sobre los impactos del manejo de la cuenca en el estado del agua, resulta obvia e imprescindible en lo que respecta a la toma de decisiones y planificación en general (IDEAM 2004).

Los impactos de las prácticas de uso de la tierra sobre las aguas superficiales se pueden dividir en: (a) impactos sobre la disponibilidad de agua en general y (b) impactos en la distribución estacional del agua. El impacto del uso de la tierra sobre el caudal medio depende de muchas variables, siendo las más importantes la capacidad de la cobertura vegetal para captar humedad, la cantidad de agua consumida y evapotranspirada por la vegetación, y la capacidad del suelo para infiltrar y retener agua (Kiersch 2000).

Los bosques nubosos pueden interceptar más humedad (proveniente de la precipitación y de la niebla) de la que consumen por la evapotranspiración (Bosch y Hewlett 1982, Bruijnzeel 1990). Los bosques muy maduros, dependiendo de las especies, consumen menos agua que la vegetación que se establece en el mismo sitio después de la tala (Calder 1998 citado por Kiersch 2000). En este sentido, un efecto posible de la deforestación de los bosques característicos de la parte alta de la Sierra de las Minas sobre la disponibilidad de agua en general, sería una disminución en el caudal promedio de los ríos y en su distribución temporal.

Las prácticas de uso de la tierra pueden tener grandes impactos en la calidad del agua, que podrían traer efectos negativos sobre los usos del agua. Los impactos incluyen cambios en la carga de sedimentos y en las concentraciones de sales, metales, nutrientes y los agentes patógenos y un cambio en el régimen térmico (Kiersch 2000).

Las actividades agrícolas y piscícolas, así como los asentamientos humanos, pueden incrementar el aporte de nitrógeno, fósforo, metales pesados y concentración de bacterias en las masas de agua como resultado de muchos factores, incluyendo la aplicación de fertilizantes y pesticidas, el estiércol procedente de la producción ganadera, los lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales de origen doméstico y residuos de alimento para peces (FAO 1996 citado por Kiersch 2000). Estas fuentes de contaminación pueden evitarse con un adecuado tratamiento y regulación.

La escala temporal determina la percepción del impacto, así como el costo económico asociado a éste. Es vital considerar dos aspectos con respecto a la escala temporal de los impactos derivados del uso de la tierra. En primer lugar, el tiempo que transcurre antes de que un uso de la tierra tenga un impacto sobre los usos en la parte baja de la cuenca, y, en segundo lugar, en el caso de impactos negativos, el tiempo que necesitan las medidas correctivas para tener efecto, si el impacto es reversible (Kiersch 2000). Las escalas temporales de los impactos del uso de la tierra pueden variar desde menos de un año, como en el caso de la contaminación bacteriológica, a cientos de años, como en el caso de la salinidad.

b. Metodología

En cada sitio de muestreo se tomaron los parámetros de pH, temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg/l y %), conductividad (microS/cm) y sólidos disueltos totales (mg/l), al insertar las sondas Sension® en el agua. El dato de fosfatos se obtiene a través del espectofotómetro portátil Hach®. En las instalaciones de Defensores de la Naturaleza se realizaron las mediciones de los nutrientes restantes utilizando también el espectofotómetro: nitratos, nitritos y amoniaco. La

frecuencia de medición fue cada ocho semanas aproximadamente. La medición de los caudales se realiza por el método del flotador. Estas mediciones son realizadas cada cuatro semanas. La información recabada se recopila en una base de datos de Defensores de la Naturaleza y se comparte el análisis con la Oficina Municipal de Planificación de San Jerónimo y AURSA.

c. Resultados y discusión

Los puntos río Concepción y río San Isidro 1, corresponden a los puntos con mayor elevación dentro de la cuenca (alrededor de los 2.000 msnm). Los puntos río San Isidro 2 y 3, y río las Flautas, se ubican en la parte media de la cuenca (alrededor de 1.500 msnm), y el punto río San Jerónimo se halla en la parte baja (cerca de los 1.000 msnm). El punto denominado presa AURSA se halla también en la parte baja y corresponde al área en la que se deriva el agua hacia el canal de riego.

Parámetros físicos

Los valores relacionados con la calidad del agua en términos físicos muestran agua de muy buena calidad en todos los puntos de la cuenca del río San Jerónimo. Las concentraciones de oxígeno disuelto observados en los sitios de muestreo se mantuvieron sobre los 5mg/l (valor apropiado para la vida acuática) en todos los puntos y fechas. Todos los valores registrados de temperatura, conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales indican que el agua se encuentra en el mejor rango de calidad de agua.

Parámetros químicos

De manera general, los niveles de pH observados no representan niveles de peligro asociados a la calidad de agua. Las concentraciones de fosfatos resultantes en todos los sitios están por debajo del límite máximo permisible de 1,3mg/l para el agua para beber que estableció la Organización Mundial de la Salud (OMS). Con dos excepciones, todos los puntos muestran el valor máximo de fosfatos en agosto, lo cual está relacionado con el aumento de la precipitación que promueve una deposición de este nutriente en las aguas superficiales de la cuenca. El río San Isidro en la parte media presenta los valores más altos y en uno de ellos la concentración está justo en el límite permisible por la OMS.

El límite máximo permitido de nitritos en el agua, según las normas de Guatemala de COGUANOR, es de 0,010mg/l. De acuerdo a los datos observados, todos los puntos se encuentran por debajo de tal límite. El aumento temporal de este nutriente también está relacionado con la época lluviosa. El límite máximo permisible de nitratos en cuerpos de agua dulce es de 10 mg/l; todos los observados en el monitoreo están por debajo. En todos los puntos se observan

los valores más altos en los meses de noviembre y enero, correspondientes a la estación seca. En estos meses los valores aumentan hasta cinco veces con respecto a los valores reportados en agosto. Estas concentraciones podrían indicar que es luego de la época lluviosa en la que ocurre la putrefacción de la materia orgánica a través de bacterias de los géneros *Nitrosomonas* y *Nitrobacter*, si el origen es de carácter natural. Si estas concentraciones provienen de la aplicación de fertilizantes esto denotaría una clara aplicación durante el período inicial de la época seca.

El límite máximo permisible que estableció la OMS para el amonio es de 0,05mg/l. En cuatro de los siete puntos, se observan valores por encima del límite y en dos de ellos en más de una fecha. Los valores correspondientes al mes de noviembre para el punto río Concepción y río San Isidro 3, triplican el valor sugerido por la OMS. Al observar los datos correspondientes al resto de fechas es evidente que estos valores exceden por mucho la concentración de amoníaco. Aunque la información disponible no permite concluir, es probable que esta variación tan abrupta se deba a un error de muestreo (contaminación de las muestras, error en las lecturas, etc.); y aún en caso de que la variación no se deba a errores de muestreo, seguramente es por un fenómeno o evento único en la zona en esa fecha. Es necesario contar con un control respecto a este componente químico por ser tóxico y tener estrecha relación con el equilibrio del pH.

Caudales

Las mediciones son realizadas mes a mes, de manera que, si bien son un reflejo general de los caudales a lo largo del año, es necesario tener precaución al interpretar los valores obtenidos. Distintas variaciones en plazos menores a un mes podrían mostrar tendencias más localizadas en función del tiempo. A pesar de esta limitante, los datos recabados representan una línea base de la cantidad de agua transportada por los caudales de la cuenca, y con ellos es posible tener una idea aproximada del volumen de agua disponible a nivel superficial. Estos datos son indispensables para la planificación y la evaluación del recurso a lo largo del tiempo.

Los valores mayores observados en los caudales corresponden a setiembre. Los valores observados en noviembre, a pesar de que corresponden a la época seca, demuestran que el nivel de los caudales se mantiene relativamente alto con relación al resto del período muestreado. Esto podría sugerir que los caudales no descienden de manera abrupta con el cese de las lluvias.

La medición del caudal en el canal de AURSA se realiza dentro del canal de riego y antes de que entre al canal. Para varios meses se observa (figura 3.10) que hay un mayor caudal en el canal, aun cuando no se deriva toda el agua del río hacia éste. La razón es que la estimación del caudal para los dos puntos tiene una diferencia significativa en exactitud. La sección transversal

del canal tiene forma rectangular, que permite tener mediciones más exactas. Asimismo, el agua corre por el canal en condiciones más estables en todo el tramo tomado para estimar la velocidad. Estos dos puntos son mucho más variables en el río. Lo que sugieren los resultados es que quizá los caudales estimados en el río no estén sobreestimados tal como se piensa, aunque también pueden diferir entre un punto y otro.

La variabilidad de los caudales es más elevada en los puntos más altos de la cuenca, mientras que en el resto de puntos (con excepción de Puente San Juan, río San Jerónimo), los caudales se mantienen relativamente estables. Esto evidencia una respuesta de la lluvia en los caudales mucho más acentuada en las partes altas, quizá a raíz de las pendientes pronunciadas en esas áreas. Además de la topografía, los usos del agua en el resto de la cuenca podrían explicar la distribución del resto de los datos, aunque es necesario considerar distintos criterios para interpretar las tendencias observadas, por ejemplo relacionadas con el uso del suelo y aspectos geomorfológicos de la zona. Las consideraciones de micro clima podrían tener influencia sobre el comportamiento de los caudales, como variaciones significativas en la precipitación de ciertos puntos que son considerados en la red de monitoreo.

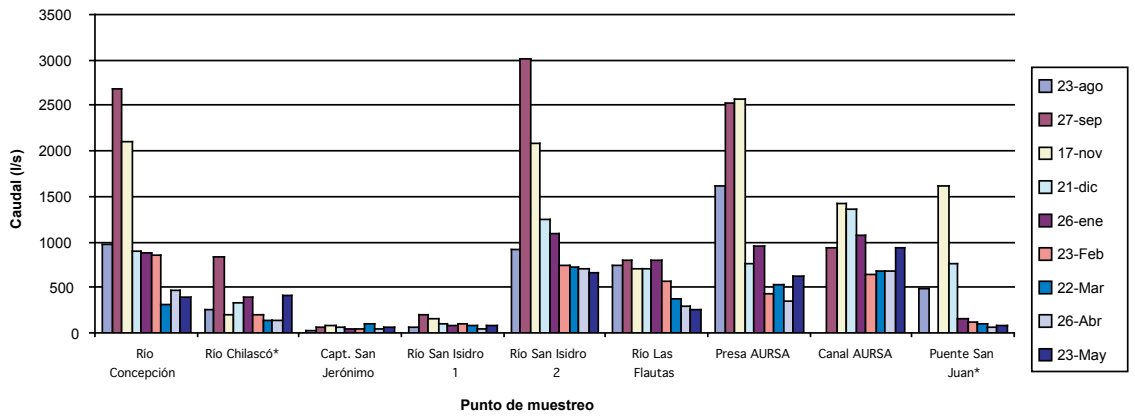


Figura 3.11 Estimación de caudales en puntos de monitoreo río San Jerónimo. No se midió en setiembre.

d. Conclusiones

- Los valores relacionados con la calidad del agua en términos físicos mostraron agua de muy buena calidad en todos los puntos de la cuenca del río San Jerónimo.
- Los valores de oxígeno disuelto presentaron una tendencia estable en función del tiempo, la temperatura mostro una clara correspondencia con las estaciones climáticas, observándose los valores más altos en la época seca, y los menores en la lluviosa. La conductividad mostró una tendencia ascendente en el período de monitoreo, lo cual sugiere que este parámetro se ve afectado con las primeras lluvias.
- La mayoría de los valores observados en los parámetros de calidad química demostraron que el agua cuenta con una calidad recomendable para los distintos usos que se le dan en la cuenca.
- La concentración de fosfatos fue más elevada durante la estación lluviosa (agosto), mientras que los nitratos presentaron valores más elevados en la estación seca (enero). Los nitritos y el amoníaco tuvieron sus valores más elevados durante el inicio de la época seca (noviembre).
- Los niveles de amoníaco superaron los límites recomendados por la OMS en dos puntos durante noviembre (sin embargo, al observar su distribución es posible que los valores elevados sean producto de errores de muestreo o respuesta a un evento aislado).

IV. La participación y el involucramiento de los usuarios del agua

Tomando como base el marco teórico de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH)[1], se trabajó en fortalecer y propiciar la organización de los usuarios del agua, en la coordinación de estas organizaciones, en actividades de educación y sensibilización, así como en fortalecer las capacidades de la municipalidad. Uno de los principios fundamentales de la GIRH es la participación de las partes interesadas en la toma de decisiones, planificación y en la ejecución de los planes en diferentes niveles. La participación real requiere de partes informadas para que las decisiones tomadas y los planes diseñados sean acordes con la situación específica de los recursos hídricos en cierta localidad. Cabe recalcar que la información generada o impulsada por el proyecto[2] fue utilizada para este fin y fue fundamental para los cambios generados.

Para lograr que todas las partes interesadas participaran en los procesos de planificación y organización, fue necesario que estuvieran convencidas de la importancia del tema, así como ser conscientes de que existe la necesidad de trabajar al respecto, movidos por la problemática actual y potencial relacionada al uso del agua. A pesar de que se encontró cierto nivel de conciencia y convencimiento, en especial en las autoridades locales, fue necesario establecer y ejecutar una estrategia de educación y sensibilización dirigida a diferentes niveles de la sociedad. Estas actividades, así como resultados e impactos logrados se resumen en la primera sección de este capítulo.

Partiendo de la necesidad de construir una verdadera unión entre los usuarios del agua de las subcuencas ubicadas en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas (RBSM), se fomentó la organización en comités o asociaciones y se fortaleció las estructuras organizativas ya existentes. Se visualizó que a través del proceso de organización se lograrían planificar y ejecutar acciones integrales para la conservación y recuperación de la parte alta de la cuenca, y facilitar los procesos de resolución de conflictos alrededor del agua. En la segunda sección de este capítulo se encuentra una síntesis del trabajo realizado en este sentido.

[1] Proceso que promueve el desarrollo y manejo coordinados del agua, suelo y recursos relacionados para maximizar los bienes económicos y sociales de una manera equitativa sin comprometer la sostenibilidad de ecosistemas vitales (GWP 2000).

[2] Diagnóstico morfométrico y socioeconómico de la cuenca, estudios de valoración económica del agua, monitoreo de la calidad y cantidad de agua.

Dado que el agua es un tema sensible y los conflictos a su alrededor pueden poner en riesgo la gobernabilidad de una población, las autoridades municipales deben ser capaces de planificar el manejo del agua, desde los recursos naturales para conservarla así como las obras de infraestructura para utilizarla. De esta cuenta, se trabajó para fortalecer la capacidad de la municipalidad de San Jerónimo en varios aspectos y a diferentes niveles. Asimismo, se contribuyó al proceso de establecer normas y reglamentos para la GIRH en el municipio.

Al involucrar a los usuarios del agua para que se apropiaran de los procesos de organización, planificación y ejecución de actividades relacionadas a la GIRH, se contribuyó a que reconocieran a la RBSM como la fuente del agua que utilizan, que valoraran el servicio ambiental que ésta les brinda y que determinaran las maneras más convenientes para contribuir a su conservación y recuperación.

4.1. Educación y sensibilización

Se requiere un cambio de actitud de los usuarios del agua hacia los recursos hídricos para valorarlos y, consecuentemente, percibir una real vinculación entre la conservación de las partes altas de las cuencas y su bienestar social y económico. Sin esta conciencia, la participación de la población en los procesos organizacionales y búsqueda de soluciones integrales no es la adecuada ni en cantidad ni en calidad. Sin convencimiento no hay acción. Por esta razón, desde el inicio del proyecto se consideró vital la educación y la sensibilización de la población en general y de los usuarios del agua, específicamente sobre temas relevantes al manejo integrado.

Las actividades realizadas fueron diseñadas para alcanzar varios objetivos dirigidos a diferentes estratos de la población. Uno de los objetivos fue educar y fortalecer la capacidad de los tomadores de decisión en temas relacionados al manejo integrado del agua. Para esto se llevaron a cabo capacitaciones y sesiones de discusión con el personal de la Oficina Municipal de Planificación (OMP), representantes de comunidades y organizaciones de usuarios del agua. Se discutieron varios temas empezando con el ciclo del agua, el papel de la vegetación en el ciclo y la importancia de la conservación de las partes altas de las cuencas, los bienes y servicios ambientales de los bosques, la vinculación de la conservación y el bienestar económico y social de la población local. También se realizaron visitas a diferentes sitios de la cuenca para ampliar la percepción de los participantes en cuanto a la necesidad de buscar soluciones integrales e incluyentes. A través de estas actividades de educación se comenzó un proceso valioso con efecto multiplicador, en el que se logró sensibilizar a los tomadores de decisión y éstos, a su vez, participaron en actividades dirigidas a la población en general y a la población que representan.

Figura 4.1. Profesor Roberto Solís, alcalde municipal de San Jerónimo, en taller de capacitación sobre la gestión integrada de recursos hídricos.

Otro objetivo fue lograr que la mayoría de los usuarios del agua de la cuenca del río San Jerónimo reconozcan a la Sierra de las Minas como la fuente del agua que utilizan y que perciban la responsabilidad compartida de conservarla. Para lograr esto, se diseñó material de comunicación como rótulos, mantas y playeras, también se utilizó el cable local para transmitir mensajes, entrevistas y vídeos. Además, se llevaron a cabo charlas dirigidas a escolares sobre la importancia de valorar el agua y cuidarla. Se celebró el Día Internacional del Agua, en el que participaron diferentes organizaciones sociales del pueblo de San Jerónimo. La celebración incluyó una caravana que recorrió el pueblo con mensajes orales y escritos sobre el agua, con énfasis en su valoración y uso racional, así como discursos por parte de los representantes de organizaciones de usuarios del agua y miembros de instituciones públicas. Como parte de la celebración se proyectaron vídeos sobre la problemática del agua en los centros urbanos y acerca del papel del bosque nuboso en la regulación del ciclo hidrológico.

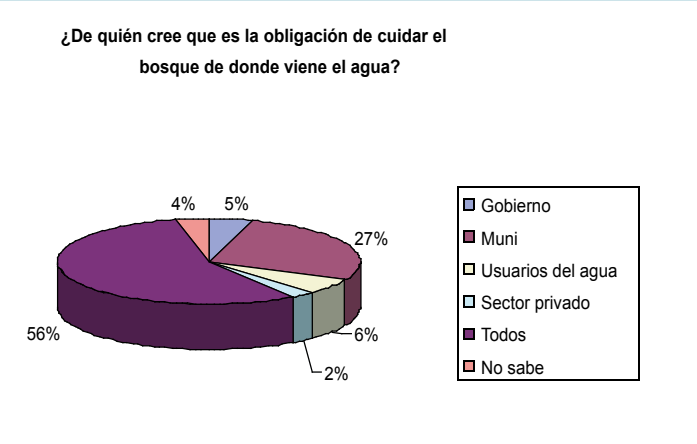
No fue posible medir el cambio de actitud de las personas o el impacto alcanzado por estas actividades, sin embargo, indirecta y empíricamente (ver recuadro 4.1) se pudo percibir un alto interés de la población hacia los temas relevantes con la conservación de los recursos naturales, así como una mayor conciencia hacia la necesidad de reconocer la importancia del agua en la vida diaria y bienestar económico local.

Desde el inicio, se consideró importante que las actividades, procesos y resultados relevantes del proyecto fueran conocidos no solo por las personas involucradas en los procesos, sino también por la población en general. Se estableció una cartelera que se ubicó en la municipalidad con la finalidad de ser un medio informativo sobre asuntos relacionados con el agua y los recursos naturales del municipio. Esta cartelera es actualizada de forma regular por la OMP y el Comité Urbano del Agua Potable de San Jerónimo, por lo que se utilizó principalmente para informar sobre el agua potable, el estado de la cuenca, las actividades del comité, la información sobre los procesos de discusión de reglamento municipal del agua y mensajes persuasivos para cuidar y valorar el agua. Por otro lado, se aprovecharon las reuniones regulares de distintas instancias de la sociedad civil para comunicar actividades, levantar información y opinión.

Luego de un año, y de observar el liderazgo que alcanzaron varios tomadores de decisión locales y nacionales, la apropiación del discurso por parte de las autoridades locales, así como la actitud de la población hacia los temas relacionados con el agua y la conservación, se puede afirmar que se tuvo éxito al fortalecer el conocimiento y fomentar la actitud de responsabilidad y unidad para el adecuado uso del agua y la conservación de las partes altas de la cuenca del río San Jerónimo.

Figura 4.2. Celebración del día internacional del agua (Alex Guerra, Defensores)

Recuadro 4.1



Se realizó una encuesta como parte del estudio de disposición de pago de los habitantes del pueblo de San Jerónimo, para la conservación del bosque de donde proviene el agua del servicio municipal de agua potable. Algunos resultados dieron indicios sobre el nivel de conocimiento y conciencia de la población en torno a la función del bosque en la protección de las fuentes de agua. El 98% de la población reconoce que es importante proteger el bosque de donde proviene el agua que utilizan en sus casas. La información de la gráfica muestra la actitud de unión y responsabilidad compartida hacia la protección de los recursos naturales, dado que el 56% de la población opinó que la protección del bosque es obligación de todos.

4.2. Organización de los usuarios

Como se mencionó en la introducción de este capítulo, al proponer el proyecto se tenía la visión de que a través del proceso de organización se lograrían transformar los conflictos alrededor del uso del agua ya que éstos tenían sus orígenes en una falta de comunicación y coordinación efectiva entre los distintos sectores o usos del agua. También se pretendía que mediante las estructuras organizativas fuertes se planificarían y ejecutarían acciones integrales para el manejo, la conservación y la recuperación de la cuenca.

Desde el 2004, la recién juramentada corporación municipal tenía la idea de conformar una comisión municipal de agua con el objetivo de discutir y encontrar soluciones a los problemas actuales, entre ellos, la ineficiencia del sistema de agua potable de la cabecera municipal y

la falta de coordinación entre la hidroeléctrica privada, la municipal y los usuarios de riego. También se valoró la posibilidad de elaborar un reglamento de uso del agua y modificar la tasa municipal del servicio de agua domiciliar ya que la actual no es suficiente para cubrir los costos de mantenimiento y operación.

Por el interés manifiesto del alcalde municipal de San Jerónimo, el profesor Roberto Solís, se realizó una reunión entre él, Defensores de la Naturaleza y el programa DDM-GTZ, el 8 de marzo de 2004, para presentar la iniciativa del Fondo del Agua Sistema Motagua Polochic. La intención fue apoyar los procesos de organización de los usuarios del agua en el municipio por parte de ambas instituciones ya que se tenía una visión en común. A partir de esta reunión se estableció el compromiso de colaborar y trabajar conjuntamente en el proceso de organización y fortalecimiento de la capacidad municipal, con el fin de concensuar un reglamento sobre el uso del agua en el municipio que estableciera, entre otros asuntos, una instancia de participación de la sociedad civil en temas relevantes al agua, y la contribución de los usuarios del agua en la conservación de la cuenca.

El proceso de organización de los usuarios del agua se llevó a cabo de diferentes maneras y con diversos niveles de acompañamiento, dependiendo de la capacidad organizativa encontrada para cada sector de usuarios. Durante esta época se estaba viviendo los primeros años de la puesta en práctica de la Ley de Descentralización (Decreto 12-2002) y la Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural (Decreto 11-2002), por lo que se consideró conveniente fortalecer este proceso y no generar otro paralelo.

a. Estructuras organizativas encontradas

Con la realización del diagnóstico morfométrico y socioeconómico de la cuenca se obtuvo una imagen general de las estructuras organizativas, las instituciones y otras organizaciones existentes. También se logró un buen acercamiento con los líderes de estas organizaciones y, principalmente, se pudieron identificar las debilidades y fortalezas de cada una. Con esta información y los análisis de actores e intereses que se fueron realizando durante el transcurso del proyecto, se determinó cuáles organizaciones necesitaban mayor acompañamiento y qué tipo de fortalecimiento. En el cuadro 4.1 se presentan las organizaciones que se encontraban establecidas al inicio del proyecto.

b. Usuarios de agua domiciliar urbana

La municipalidad lideró la conformación de una junta directiva provisional para el ente que representaría los intereses de los usuarios del agua domiciliar en el casco urbano del municipio, el 31 de marzo de 2004. Más de 50 vecinos ejemplares y honorables fueron convocados por la municipalidad a una sesión de la Corporación Municipal. Asistieron solo nueve personas y estuvieron dispuestos en conformar esta junta directiva provisional del *Comité Municipal de Agua*. El fin esencial del Comité es representar a los usuarios del agua domiciliar del casco urbano de San Jerónimo, B.V. ante la municipalidad y cualquier otra entidad para velar por la conservación y el adecuado abastecimiento del agua

Cuadro 4.1 Organizaciones sociales en torno al agua dentro de la cuenca

Ente	Uso del agua	Alcance
Asociación de Usuarios de Riego de San Jerónimo y Salamá (AURSA)	Riego	957 miembros activos, parte de la Federación Nacional de Unidades de Riego. Se celebra una asamblea general cada año. Se tiene una cuota anual para utilizar el sistema de riego.
Comité del Agua de San Jerónimo	Domiciliar urbana	Formado en marzo de 2004 como junta provisional, con el objetivo de representar los intereses de las 1.257 familias del área urbana en cuanto al agua potable.
Comité de Agua (comunitarios, hay tres)	Domiciliar rural	Cada comité trabaja por su comunidad. prácticamente sólo cuando surge algún problema.
Consejo Comunitario de Desarrollo –COCODES (siete)	Domiciliar rural	La junta directiva representa legalmente a toda la comunidad ante el Consejo Municipal de Desarrollo. Vela por el sistema comunitario del agua, además de otros asuntos como educación, salud, etc.

Al principio existía mucha inquietud sobre el rol y los alcances del Comité. Además, se pudo observar también que había un cierto sentimiento de estar siendo utilizados para fines políticos, debido a que no estaba muy claro la responsabilidad de cada integrante. Debido a esto, se diseñaron actividades de acompañamiento al Comité.

Durante los primeros meses de la formación del Comité se siguió con una reunión mensual entre los miembros la OMP y los miembros de la comisión del agua de la Corporación Municipal, en el que aclararon los roles de cada organización involucrada y se elaboró un plan de acción a corto plazo. Cuando se estableció este plan de acción, el proyecto "Gota a Gota por nuestra agua…" ya estaba en sus primeras semanas de ejecución, por lo que se consideró vital que todos conocieran

los objetivos y los resultados propuestos. De tal manera que el plan de acción resultante estuvo totalmente vinculado con la planificación inicial del proyecto, y se determinaron las siguientes metas:

- Elaborar un diagnóstico exhaustivo del sistema de agua domiciliar en el casco urbano (responsabilidad de la OMP con ayuda del DDM-GTZ).
- Efectuar un diagnóstico y caracterización de la cuenca hidrográfica y de la situación del agua domiciliar en los poblados del área rural (responsabilidad de Defensores de la Naturaleza).
- Involucrar a otros actores en las reuniones (responsabilidad de la Municipalidad al conformar el Consejo Municipal de Desarrollo –COMUDES).
- Diseñar una campaña de educación y sensibilización (responsabilidad del actual comité, OMP y Defensores de la Naturaleza).

El Comité consideró, desde el inicio, que el resto de la población no lo percibiera como un ente que estaba siendo utilizado por las autoridades con intenciones perversas, debido a la manera como fue establecido. Por esta razón se hizo énfasis en comunicar a la población en general los objetivos. También se identificó necesario que todos los miembros del comité estuvieran enterados de todo lo relacionado con la captación, sistema de distribución, administración y operación del agua potable del pueblo. Esto dado que las decisiones que se tomaran o las propuestas que se hicieran al Consejo Municipal debían estar fundamentadas.

Entre las primeras actividades que el Comité organizó fue una visita a la captación del agua que abastece al pueblo, ubicada en los límites de la zona núcleo de la RBSM. Realizaron una grabación en vídeo del estado de la captación, así como del bosque alrededor y de San Isidro (la aldea cercana a la que le pertenece el bosque). Gestionaron un espacio en el programa "Ventana Cívica", que se transmite en un canal de cable local. En el programa se dio a conocer el Comité y sus objetivos, así como el plan de acción de corto plazo antes citado, se mostró el vídeo y se aprovechó la oportunidad para hacer conciencia en la población sobre el cuidado del agua.

La directiva del Comité sostuvo reuniones semanales para analizar la información que se iba generando y para diseñar y planificar la campaña de educación y sensibilización hacia la población urbana. Técnicos del proyecto acompañaron estas reuniones cada mes, sobre todo para orientar y asesorar en decisiones ya consideradas por el Comité.

Luego se trabajó en un borrador de reglamento interno para establecer las reglas de funcionamiento, cuidando siempre que fuera democrático y participativo. En la siguiente sección se describe con más detalle cómo se desarrolló el reglamento interno del Comité.

En síntesis, entre los logros alcanzados por el Comité Municipal de Agua, identificados por ellos mismos, destacan:

- Diseño, producción y publicación de material para campaña de educación y sensibilización (vídeo, mantas, volantes, rótulos).
- Participación activa y representación de los intereses de la población en la sub-comisión de Recursos Naturales y Ambiente del COMUDES de San Jerónimo.
- Comunicación directa con el Concejo Municipal en el tema agua (primer martes de cada mes).
- Realización de charlas a estudiantes de las escuelas.
- Participación en diseño de encuesta para estudio de disposición de pago por el servicio ambiental.
- Participación activa y representación de los intereses de la población urbana en la elaboración del Reglamento Municipal del Agua.
- Socialización y consulta a la población sobre el contenido del borrador del Reglamento Municipal de Agua.
- Participación en la evaluación física del sistema de distribución de agua en el pueblo, que llevó a la regulación efectiva de la presión del agua en distintos puntos del sistema, mejorando la cantidad de agua que llega a ciertos lugares.

Figura 4.3 Socialización del borrador del Reglamento Municipal de Agua (Iván Soberanis, Defensores)

c. Asociación de Usuarios de Riego de San Jerónimo y Salamá

Los usuarios de este sistema están organizados en la Asociación de Usuarios de Riego de San Jerónimo y Salamá (AURSA) desde 1998. Al principio cuando se construyó el sistema de riego, en 1957, estuvo administrado por el Estado. Cuentan con una oficina administrativa y una estación pecuaria en donde se produce tilapia, ambas ubicadas en el pueblo de San Jerónimo. Toda la infraestructura de riego, así como las oficinas y demás instalaciones que AURSA posee, fueron otorgadas en usufructo por el Estado.

AURSA tiene una Junta Directiva elegida por la Asamblea General, máxima autoridad de la asociación. Los miembros de la Junta Directiva son elegidos cada dos años. La asociación cuenta con personal de oficina, un administrador, personal técnico en la estación pecuaria y personal de campo para mantener los canales de riego y administrar los turnos de riego, haciendo un total de 18 empleados.

Hasta 2004 AURSA estaba conformado por 1.250 usuarios, de los cuales 957 están activos. Cada usuario tiene sus compuertas de entrada de agua a su terreno. Los turnos de riego son de tres días por sector y cada usuario debe solicitar un turno dependiendo de los requerimientos de su cultivo. Se estima que el 46% del agua se utiliza para la producción de peces, 38% para el cultivo de helechos (*leather leaf*) y el resto para granos básicos y algunas hortalizas.

No se regula la cantidad de agua que cada usuario utiliza en su terreno. Para tener derecho a turno de riego, AURSA fijó una cuota de Q.250 por manzana al año (Q.357/ha; U$46,36/ha). Esta cantidad se fijó basándose en el presupuesto de operación y mantenimiento del sistema de riego. Además, los usuarios pagan una compensación al estado por la infraestructura, de Q.22,50 por manzana al año (Q.32/ha/año; U$4,15/ha/año). Por otra parte, AURSA fijó una tasa anual de reforestación o pago por servicio ambiental de Q.10 por manzana al año (Q.14,28/ha/año; U$1,85/ha/año).

La actual Junta Directiva es muy activa y visionaria; además, está convencida de la relación entre la conservación de la parte alta de la cuenca y la cantidad y calidad de agua disponible para el riego en el valle de San Jerónimo. Un indicador de esto es que estableció una cuota anual de reforestación y, aunque en el primer año solo los directivos la pagaron, hoy todos los miembros activos pagan. Los fondos que recaudaron con esta cuota fueron donados en el 2002 a Defensores de la Naturaleza para ejecutar un proyecto de reforestación del bosque nuboso en la zona núcleo de la RBSM. Esta donación de Q.40.000 fue uno de los primeros ejemplos de pago o contribución de los beneficiarios locales por los bienes y servicios ambientales que les brinda la RBSM.

Los directivos de AURSA han ganado bastante liderazgo y notoriedad regional y nacional ya que forman parte de la Federación Nacional de Unidades de Riego (FENURGUA). A través de esta plataforma nacional están gestionando que la cuota que pagan las unidades de riego por el usufructo de la infraestructura, sea utilizada por las unidades de riego como fondos para conservación, recuperación y manejo de las partes altas de las cuencas que les brindan agua.

Los directivos y personal de AURSA estuvieron involucrados activamente y contribuyeron al éxito de los procesos desarrollados o impulsados por el proyecto. Los directivos y personal de campo formaron parte de las capacitaciones, así como del desarrollo de los estudios de valoración. Los resultados de los estudios sobre riego y piscicultura fueron presentados a la Junta Directiva para su discusión ya que la información resultó útil para generar mejoras en ciertos aspectos de la administración del sistema de riego y estación pecuaria (sobre todo para mejorar la eficiencia en la utilización del agua para riego y elevar la producción de peces). De igual manera, formaron parte clave en las discusiones de elaboración del Reglamento Municipal de Agua, que se describe más adelante.

Entre los retos que aún tiene que enfrentar esta asociación está optimizar la cantidad de agua que se usa para riego y producción de peces, así como mejorar ciertos aspectos administrativos, por ejemplo la distribución de turnos.

d. Otros usuarios y el comité de cuenca

Una de las metas del Fondo del Agua y de este proyecto, es establecer entidades que reúnan a los usuarios del agua para mejorar la coordinación en su uso y para planificar adecuadamente el manejo, conservación y recuperación de las cuencas de la RBSM. En este sentido, llamamos *comité de cuenca* a una unidad administrativa del manejo de la cuenca hidrográfica que representa los intereses de todos los usos del agua y está orientada a la GIRH de la cuenca, en el contexto del desarrollo regional y nacional de un país.

Como se ha venido mencionando, en San Jerónimo hay cuatro usos mayoritarios del agua: domiciliar, riego, piscicultura y generación de energía eléctrica. De tal manera que para establecer un comité de cuenca en San Jerónimo se requería contar con entidades que representen a estos usos mayoritarios, además de autoridades locales y otras instituciones con competencia en algún aspecto de la GIRH. Al principio Defensores de la Naturaleza consideró posible que el Comité Municipal del Agua evolucionara a un comité de cuenca; sin embargo, el mismo comité decidió que no era lo más conveniente y decidió enfocarse entonces, en representar a los intereses de los usuarios del agua potable del pueblo de San Jerónimo. Por lo tanto, se consideró importante apoyar esta iniciativa,

ya que los usuarios de agua domiciliar urbana estarían representados por una entidad civil y no se pretendía imponer una estructura organizativa que no fuera aceptada. Entonces se dejó evolucionar el proceso de organización como mejor lo consideraron los actores locales y determinar más adelante la forma más adecuada de estructurar el comité de cuenca, si es que era posible.

Entre los usuarios de agua domiciliar se puede hacer la distinción entre el agua domiciliar urbana o del casco urbano, y el agua domiciliar rural, debido a que existen diferencias significativas entre el número de usuarios, la cantidad de agua utilizada, la escala del mantenimiento y operación de los sistemas. En este sentido, contar con una instancia que represente a los usuarios de agua domiciliar rural de toda la cuenca se veía aún más complejo. A pesar de esto, se analizó el contenido de las leyes y reglamentos que amparan a los Comités Comunitarios de Desarrollo (COCODES) y el hecho que los usos rurales del agua podrían ser considerados integrales y no por sector. De tal manera que los representantes de los COCODES de las comunidades de la cuenca fueron considerados como los más adecuados para integrar el comité de cuenca.

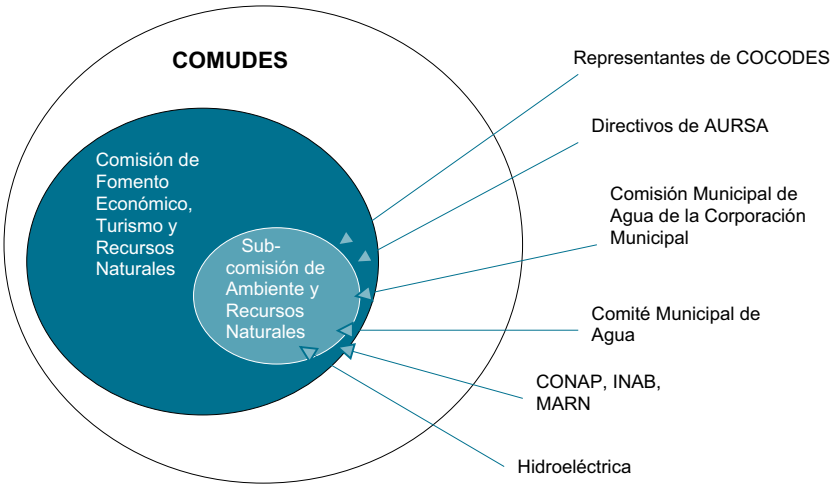
En cuanto al riego, como se mencionó antes, la mayoría de los usuarios de riego y productores de peces ya están agrupados en AURSA, con una instancia que representa sus intereses: la Junta Directiva. AURSA no agrupa a todos los usuarios de riego de la cuenca; algunos agricultores en otras partes de la cuenca tienen tomas de agua individuales y de menor escala. A pesar de lo anterior, los miembros activos de esta asociación son los que utilizan mayor volumen de agua. Por otro lado, los otros usuarios de riego, por lo general, pertenecen a comunidades rurales y tienen otras instancias organizativas, como los COCODES.

Los usuarios de agua para generación de energía eléctrica son solo dos, la municipalidad de San Jerónimo y la empresa Tecnoguat S.A. Por ello, no se requiere establecer una entidad que los agrupe para luego representarlos ante un comité de cuenca.

Con los actores ya identificados y en proceso de fortalecer sus capacidades organizativas, quedaba aún el reto de establecer la estructura del comité de cuenca y su respaldo institucional o legal. Debido a la falta de este marco legal o respaldo[3], la entidad que se formara corría el riesgo de ser solo una instancia de coordinación temporal sin trascendencia, que terminaría desintegrándose cuando el acompañamiento disminuyera. También se corría el riesgo de que la estructura resultara tan compleja que no fuera operativa. Por otra parte, el proceso de descentralización del Estado y el fomento de la participación ciudadana en la construcción de políticas locales y regionales de desarrollo mediante los COCODES y Comités Municipales de Desarrollo (COMUDES) estaba en camino, y se consideró conveniente apoyarlo en vez de generar otro proceso paralelo sin respaldo.

[3] En Guatemala, al contrario de otros países como México o Brasil, no existe un marco legal que ampare la organización y que demarque las competencias de una entidad u organismo de cuenca.

En julio de 2004 se logró la conformación del COMUDES de San Jerónimo. En reuniones consecuentes se formó la Comisión de Fomento Económico y Desarrollo Productivo, la cual tiene una subcomisión de Ambiente y Recursos Naturales. En la figura 4.4 se puede apreciar un esquema de esta entidad, así como sus integrantes.



Nota: La hidroeléctrica aún no está participando activamente.

Figura 4.4 Esquema de la organización de los usuarios del agua.

Hoy esta subcomisión es la más activa dentro del COMUDES y es liderada por la OMP. La subcomisión decidió enfocarse en trabajar por la GIRH, ya que el abastecimiento de agua para todos los usos se tomó como prioridad, por lo que muchas veces se refería a la subcomisión como *comisión del agua*. En la siguiente sección se describe en detalle el trabajo realizado.

Se consideró posible entonces, que los actores mencionados en la figura 4.1, incluyendo a un representante de la empresa hidroeléctrica (Tecnoguat S.A.), conformaran el comité de cuenca. Es decir, que la subcomisión de Ambiente y Recursos Naturales del COMUDE fuera el organismo de la cuenca de San Jerónimo. Las instituciones gubernamentales y no gubernamentales como el Instituto Nacional de Bosques (INAB), el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y Defensores de la Naturaleza actuarían como asesores y apoyo técnico al comité. En cuanto al respaldo legal, se aprovechó la coyuntura de la elaboración del reglamento municipal de agua para establecer allí una figura "*de coordinación y toma de decisiones conformada por diversos sectores para gestionar el uso sostenido del recurso hídrico en el municipio*" (borrador del Reglamento Municipal de Agua de San Jerónimo), que en este caso se le llamó Coordinadora de Servicios Ambientales.

4.3.Fortalecimiento municipal

Como se mencionó, desde un comienzo se estableció una alianza entre Defensores de la Naturaleza, la municipalidad de San Jerónimo y el programa DDM-GTZ para unir esfuerzos por una visión en común. La finalidad del fortalecimiento municipal en este proyecto fue establecer, en distintas instancias dentro de la municipalidad, la capacidad de comprender, fomentar y poner en práctica la gestión integrada del recurso hídrico.

Se comenzó con el programa de capacitaciones que se mencionó en una sección anterior. Luego, con impulsar la organización de los usuarios del agua en el contexto político y legal actual, de tal manera que la mayoría de los usuarios estuvieran representados. Con estos procesos en marcha, se trabajó en el plan de acción municipal. De forma participativa se definieron los objetivos estratégicos y luego las actividades, los mecanismos para su ejecución, así como los responsables y las fechas aproximadas para realizar cada actividad (Cuadro 4.2).

Se contó con la aprobación y aporte de la Comisión de Fomento Económico, Turismo y Recursos Naturales del COMUDES. La Subcomisión de Ambiente y Recursos Naturales fue el motor de la elaboración del plan y es responsable de darle seguimiento.

Luego de trabajar por más de un año de la mano con la OMP, con las autoridades municipales y otros miembros de esta institución, se pudo percibir un alto grado de convencimiento de que los asuntos relacionados con el abastecimiento y conservación del agua son prioritarios. El principal producto fue el proceso de elaboración del Reglamento Municipal de Agua, que se describe en la siguiente sección.

La municipalidad de San Jerónimo empezó a ganar liderazgo en el tema de la GIRH, así como notoriedad, en especial con las municipalidades cercanas pero también con otras instancias como las asociaciones departamentales de alcaldes.

Se logró incidir y orientar las acciones sobre la protección de las fuentes de agua del municipio y los procesos de participación y organización de los usuarios del agua, especialmente la conformación y participación activa de la Subcomisión de Ambiente y Recursos Naturales del COMUDES.

También se estrechó la relación y la comunicación entre Defensores de la Naturaleza y la municipalidad. Esto contribuyó a que el trabajo de Defensores de la Naturaleza en coadministrar la RBSM en el territorio de San Jerónimo fuera conocido y comprendido, de tal manera, que la municipalidad hoy apoya con financiar parte de las instalaciones de Defensores de la Naturaleza en San Jerónimo y personal de campo (guardarecursos).

A pesar de lo anterior, aún queda el reto de que la OMP utilice la base de datos generada como herramienta dinámica para la planificación. Asimismo, queda el enorme reto de que los procesos de planificación participativa sigan llevandose a cabo para los próximos años. También es necesario evaluar adecuadamente los resultados de la ejecución del plan de acción municipal, el cual se presenta en resumen en el cuadro 4.2.

4.4. Políticas, normas y reglamentos

En este capítulo se presentan dos experiencias sobre elaboración de reglamentos relacionados con el manejo del agua y protección de las fuentes que la abastecen. El primero se enfoca en reglamentar los recursos hídricos de un municipio mientras el segundo dicta la forma de funcionamiento de un comité urbano del agua. En ese sentido, se trata de dos experiencias bastante diferentes y su importancia radica en que se realizaron por decisión y participación de usuarios del agua con el objetivo de asegurar la cantidad y calidad de agua en el futuro, mediante un mejor uso y manejo apropiado de la parte alta de la cuenca. Se presenta primero una breve descripción de la forma en que se llevó a cabo el trabajo y luego se muestran los resultados más relevantes al objetivo antes mencionado, con una breve discusión.

a. Reglamento para el manejo sostenible del agua en el municipio de San Jerónimo, B.V.

Se empleó el espacio de las reuniones de la Subcomisión de Recursos Naturales y Ambiente, parte de la Comisión de Fomento Económico, Turismo, Recursos Naturales y Ambiente del COMUDES de San Jerónimo para el desarrollo de la propuesta del reglamento.

Cuadro 4.2 Plan de acción municipal para la gestión integrada del recurso hídrico en San Jerónimo

Objetivos específicos	Actividades estratégicas	Metodología	Responsables	Fecha
Contar con información sobre los recursos hídricos del municipio tanto superficiales como subterráneos	Investigación para identificar cantidad y calidad de agua subterránea.	• Hacer un análisis de los estudios que se tienen y determinar la necesidad de ampliar la investigación • Hacer contactos con CUNOR para tener apoyo en el tema	Municipalidad con apoyo de Fundación Defensores de la Naturaleza (Defensores de la Naturaleza).	Desde noviembre 2004
	Investigación sobre zonas de recarga hídrica, aporte del bosque a la captación del agua y valoración del bosque.	• Utilizar la metodología que propone INAB • Recopilar estudios realizados	Defensores de la Naturaleza y Programa para el Desarrollo y Descentralización Municipal (DDM).	Desde noviembre 2004
	Recopilación de información sobre los recursos hídricos del municipio.	• Identificar fuentes • Diseñar el archivo de información	Oficina Municipal de Planificación (OMP).	Desde octubre 2004
	Elaboración de un plan o programa de monitoreo de las fuentes de agua.	• Identificar los puntos estratégicos de monitoreo • Definir la frecuencia de toma de muestras	OMP, Defensores de la Naturaleza, Comité Urbano del Agua y AURSA (Asociación de Usuarios de Riego de San Jerónimo y Salamá).	Desde octubre 2004
Lograr la conservación y uso sostenible de las cuencas	Desarrollo de un plan integrado de manejo de las cuencas del río San Jerónimo y río La Estancia.	• Utilizar de base el diagnóstico morfométrico y socioeconómico de la cuenca • Hacer uso de otra información disponible • Dar participación a los habitantes	Comisión de agua de la corporación municipal y OMP, con apoyo de ICTA, Defensores de la Naturaleza y DDM.	A partir de enero 2005
	Diseño de la estrategia para generar fondos y lograr la inversión para el manejo de las cuencas.			
	Promoción de la declaración de parques regionales en áreas municipales.	• Hacer acuerdos municipales • Inscribir los parques en el CONAP	Corporación municipal y técnico forestal, con apoyo de Defensores de la Naturaleza.	Inicio de gestiones en febrero de 2005

Transferir información para sensibilizar a la población en el tema	Diseño de una estrategia de información haciendo uso de los medios de comunicación.	• Sistematizar la información que se genera para los diferentes medios	OMP, Comisión de Información del COMUDES, con apoyo de DDM y Defensores de la Naturaleza	A partir de octubre 2004
	Elaboración de una estrategia para la negociación con los involucrados en el pago de servicios ambientales.	• Consultoría y capacitación	DDM y subcomisión de Recursos Naturales	Desde enero 2005
	Sistematización de la experiencia para compartirla con otros municipios.	• Elaborar formato de sistematización • Elaborar documentos periódicamente	Alcalde Municipal con apoyo de DDM	Desde noviembre 2004
Lograr un servicio de agua de calidad para la población del municipio	Elaboración e implementación de la reglamentación municipal para uso racional del agua.	• Tomar como base investigaciones y el resultado de negociaciones para reglamentar • Socializar y validar el reglamento • Promocionar el reglamento	Corporación Municipal, Comité Urbano del agua, con apoyo de DDM y Defensores de la Naturaleza	A partir de febrero de 2005
	Reglamentación para la ejecución de proyectos que atenten contra la calidad y buen uso del agua.	• Considerar el tema dentro de la reglamentación de uso del agua • Acuerdo municipal para que todos los agentes financieros lo tomen en cuenta	Corporación Municipal con apoyo de Defensores de la Naturaleza y DDM	A partir de febrero de 2005
	Promoción de la organización rural para dar atención al tema del agua en cada comunidad.	• Sostener reuniones con vecinos de las comunidades para reactivar los comités de agua o hacer nuevos	Municipalidad y OMP, con apoyo de Defensores de la Naturaleza y DDM	A partir de noviembre 2005
	Promoción de investigaciones para determinar la calidad del agua del área rural.	• Establecer acuerdo con el Ministerio de Salud para realizarlo a través de TSR	OMP y Comisión de Desarrollo Social	A partir de enero 2005
	Aumento de fondos disponibles para inversión en sistema de agua.	• Poner al día los pagos de los vecinos • Promover el pago puntual de todos los vecinos	Municipalidad con apoyo del Comité Municipal del Agua	Noviembre y diciembre 2004

En la primera reunión de elaboración (2 de marzo de 2005) se decidió tener reuniones cada dos o tres semanas. En éstas se discutieron los objetivos generales y los aspectos en común a todos los actores, así se revisó, discutió y aprobó los aportes de tareas específicas asignadas. La parte más extensa del reglamento, la que se refiere al agua domiciliar urbana, se asignó al Comité Municipal del Agua para elaborar un borrador en sus reuniones semanales y presentarlo en las reuniones de la Subcomisión. Asimismo, DDM-GTZ se encargó de desarrollar el borrador inicial de los capítulos IV a VI.

En conjunto se estableció una agenda del proceso de elaboración del reglamento. Ésta contempló la identificación de actores, el proceso de discusión, consulta y socialización del borrador previo a presentar la propuesta final al Concejo Municipal, quien se encarga de aprobarlo y darle seguimiento. Para las reuniones de trabajo se estableció una junta directiva provisional que se encargaría de dirigirlas. Ésta se conformó con dos representantes de los actores locales involucrados en el proceso. Una de sus funciones fue la elaboración y seguimiento de la agenda para cada reunión.

En la medida de lo posible, los aspectos técnicos de la propuesta fueron planteados con base en la información de estudios de valoración económica del agua que aportaron DDM-GTZ y Defensores de la Naturaleza. Aparte de aportar el valor del agua por unidad de volumen, los estudios dieron a conocer otros datos sobre el estado de la infraestructura de captación, conducción y distribución del agua, así como el estado de los recursos naturales dentro de las cuencas que proveen el agua.

La socialización se realizó en dos espacios, las reuniones mensuales del COMUDES y reuniones específicas para socializar la propuesta del reglamento con la población. En las primeras, se informó a los miembros del COMUDES sobre el proceso que se estaba llevando a cabo y los objetivos generales; no fue posible dar a conocer la propuesta en detalle debido a su extensión. Las reuniones de socialización, en cambio, fueron organizadas para dar a conocer la propuesta, se realizaron dos principales dirigidas a las dos divisiones más generales del área urbana de San Jerónimo. En éstas se proyectó una presentación sobre la propuesta y se explicaron los aspectos relevantes o polémicos. Al final, hubo tiempo para preguntas y comentarios, haciendo énfasis en que se tomarían en cuenta no solo durante la reunión sino en días posteriores, para lo cual se colocó un buzón en la municipalidad. También se aprovechó el espacio de la "cartelera del agua" para dar a conocer el proceso de elaboración del reglamento a todos los que pasaran por la municipalidad. La propuesta final que contenía los aportes de la población fue presentada al COMUDES antes de ser entregada y presentada al Concejo Municipal.

El reglamento es producto de un proceso que involucró a los actores locales desde el principio. Esto le confiere un alto valor al reglamento y, de cierta forma, también un potencial considerable de éxito. En el cuadro 4.3 se aprecia que los dos grupos más grandes de usuarios, los de riego y de agua domiciliar urbana, tuvieron una participación alta, al igual que las autoridades con más poder de decisión en el municipio. Sin embargo, se observa que la participación no fue igual para todos los actores.

Cuadro 4.3 Participación de los actores en la elaboración del reglamen

Uso del agua	*Nivel de participación*
Consejo Municipal de San Jerónimo	Alta
Asociación de Usuarios de Riego de San Jerónimo y Salamá (AURSA)	Alta
Comité Municipal del Agua de San Jerónimo	Alta
Oficina Municipal de Planificación	Media
Comunidades	Baja
Hidroeléctrica privada	Nula
Usuarios de riego no asociados	Nula

Nota: la identificación de los actores se realizó en una de las reuniones. Los que aparecen en el cuadro corresponden a los usuarios principales del agua o entidades que toman decisiones en el tema.

En el caso de las comunidades no fue fácil contar con la presencia de sus líderes, en especial de las más lejanas, debido a su disponibilidad de tiempo y otros recursos para llegar al lugar en donde se llevaron a cabo las reuniones (salón cultural del pueblo). Este mismo problema se dió en las propias reuniones mensuales del COMUDES, lo cual valdría la pena resolver puesto que se podría dar cierta exclusión de dichas comunidades o de sus opiniones. En la socialización sí participaron varios líderes, sobre todo de comunidades del área urbana o cercana a ésta. Así, la participación comunitaria fue variada y fluctuó durante todo el proceso.

En el cuadro 4.3 también se muestra que dos actores clave no participaron. En el caso de los usuarios de riego, se trata de todos los que toman agua del río individualmente para sus campos de cultivo. No existe organización, lo cual hizo difícil convocarlos para participar en el proceso. Sin embargo, valdría la pena fomentar su organización, o bien su inclusión dentro de la AURSA, para que tomen parte en la implementación del reglamento. En el caso de la hidroeléctrica, su participación se dificultó porque las personas que tienen potestad para opinar en nombre de la empresa no se encuentran en el área. Por tal razón se consideró mandar una versión avanzada de la propuesta del reglamento para que ellos enviaran sus opiniones por escrito. Es un actor muy importante en el municipio debido a que usan (aunque no consumen) prácticamente toda el agua del río para producir energía.

Una de las fortalezas de la propuesta del reglamento es haber basado los parámetros técnicos con base en información generada por estudios recientes. Lo ideal es que las autoridades locales y el personal que maneje los sistemas de agua continúen asentando sus decisiones y planificación en estudios y no solo en intuición, como se ha hecho por mucho tiempo.

La municipalidad contrató al delegado del Comité Municipal del Agua para trabajar en la OMP teniendo, entre otras funciones, la responsabilidad de dar seguimiento al trabajo que se estaba desarrollando en la Subcomisión de Recursos Naturales y Ambiente, que tenía como prioridad el tema del agua. Esto fue de mucho beneficio para elaborar la propuesta del reglamento puesto que no dependía solo de la generosidad, voluntad y disponibilidad de las personas para dar seguimiento cercano al proceso, sino que tenía que asegurarse que fuera posible.

A continuación se presentan los puntos más relevantes del reglamento y en el cuadro 4.4 una breve descripción.

Capítulo I. Disposiciones generales (artículos del 1 al 4)

En este capítulo cabe resaltar el carácter de todo el reglamento, expresado en su primer artículo, que es bastante visionario al contemplar el uso racional del agua y la protección de las fuentes que la proveen, además de velar por todo el recurso en el municipio y no solo por el servicio urbano, como lo hacen los reglamentos de la Ciudad de Guatemala y de Salamá.

Con su ámbito territorial de aplicación surge uno de los principales dilemas en cuanto al manejo del agua. En el ámbito internacional, se recomienda usar a la cuenca como unidad de manejo, pero debido al marco legal político administrativo del país es más práctico trabajar los reglamentos en el ámbito municipal. En este caso, el problema no es tan grave ya que la mayoría de la cuenca del río San Jerónimo se encuentra en el municipio y fuera de la cuenca hay pocas comunidades.

Capítulo II. Servicio de agua potable en el área urbana (artículos del 5 al 16)

El segundo capítulo cubre los aspectos que la mayoría de reglamentos de agua domiciliar cubre. Vale aclarar que el volumen de agua por usuario se estimó con base en el tamaño promedio de las familias (según INE 2002) y la dotación diaria por persona según el diseño del sistema (150 litros).

Capítulo III. Uso del agua para riego, comercio e industria (artículos del 17 al 20)

El capítulo III presenta lineamientos bastante generales ya que establecen regulaciones específicas; por ejemplo, el caudal ecológico del río implica basarse en una serie de estudios puntuales. En donde existen tales regulaciones se indicó que se deben cumplir, como en el caso

del reglamento sobre descargas de aguas residuales. En el caso de la generación hidroeléctrica se estableció una tasa con la idea de que la compensación para manejo de la cuenca sea aportada por todos los usuarios del agua. Por ejemplo, para los usuarios domiciliares, comerciales e industriales del casco urbano, se propuso que la tasa se cobre también por el volumen de agua utilizada.

Hay tres aspectos centrales que el capítulo fomenta: la eficiencia en el uso del agua, la participación en acuerdos en conjunto y la protección de fuentes de agua, tanto en manejo de la cuenca como en mantenimiento en calidad y cantidad de agua en el río.

Capítulo IV. Servicios ambientales (artículos del 21 al 23)

Este capítulo incorpora una de las estrategias o herramientas que se están impulsando en distintos países para financiar la conservación y manejo de las partes altas de las cuencas: el pago por los bienes y servicios que proveen los bosques. El artículo 21 contiene los elementos clave para establecer los mecanismos: negociación con los usuarios del agua, participación ciudadana, cobro y transferencia de los fondos. Se observa que la función de la municipalidad es crucial para implementar y dirigir el proceso. Esto representa una amenaza, en particular para el seguimiento en el mediano y largo plazo debido al cambio de autoridades. Sin embargo, para asegurar que no se interrumpan las acciones, se planteó la formación de la Coordinadora de Servicios Ambientales.

Como se aprecia en el artículo 23, la Coordinadora de Servicios Ambientales no se encargará de ejecutar acciones sino de dictar los planes y estrategias que sirvan de marco y tendrá que asignar a él o los ejecutores. A través de la participación directa en el pago de cuotas por los servicios es posible que también haya interés de los usuarios del agua por velar que los fondos se utilicen apropiadamente y, por lo tanto, ser parte de la Coordinadora. Un elemento clave que se debe definir para que todo sea una realidad es establecer el mecanismo para que la municipalidad transfiera los fondos a la Coordinadora. Durante las reuniones de socialización hubo preocupación al respecto por parte de los asistentes, quienes manifestaron voluntad de pago para proteger la parte alta de la cuenca.

Capítulo V. Participación ciudadana para el manejo del agua en el municipio (artículos del 24 al 25)

Este capítulo está bastante relacionado con el anterior ya que parte de la participación ciudadana se dará en la Coordinadora de Servicios Ambientales. Sin embargo, también menciona otras instancias que podrán participar. Esto podría ser saludable para el proceso ya que se contará con el respaldo para la Coordinadora o bien garantía para la población de que se está inspeccionando el desarrollo de toda la iniciativa de protección ambiental.

Capítulo VI. Coordinadora de servicios ambientales del municipio (artículos del 26 al 28)

Este capítulo también trata sobre la participación ciudadana, aunque limitándose a la Coordinadora. Es explícito en cuanto a los alcances y objetivos de la Coordinadora, así como su conformación. Como se ve, no solo se compondrá de usuarios del agua sino también del alcalde municipal y de la entidad que está a cargo de la administración de la RBSM, Fundación Defensores de la Naturaleza, área dentro de la cual se encuentra la mayoría de las partes altas de la cuenca, que serán elegibles para la protección bajo el esquema de pago por servicios ambientales. El único actor pendiente de incluirse es la Hidroeléctrica Tecnoguat S.A., hasta el momento no se tiene seguridad de su participación.

Capítulo VII. Administración del servicio de agua en lotificaciones y urbanizaciones (artículos del 29 al 31)

En este capítulo también se nota el sentido de participación social y de tomar las decisiones en consenso y bajo criterios técnicos, lo cual indudablemente traerá beneficios en el largo plazo.

Capítulo VIII. Servicios rurales de agua potable (artículos del 32 al 33)

En este capítulo no se plantean cambios a la forma en que han funcionado los servicios rurales de agua domiciliar. Sin embargo, valdría la pena brindar acompañamiento por parte de la municipalidad o de alguna otra entidad para asegurar que el servicio sea de calidad aceptable. El impacto, sobre todo en la salud de la población, podría ser significativo. Según el diagnóstico de la cuenca (Defensores de la Naturaleza 2004), los servicios de agua domiciliar rural necesitan mejoras, en muchos casos de bajo costo.

Capítulo IX. Disposiciones finales y transitorias

Con los tres artículos finales, el capítulo establece la fecha en que el reglamento entrará en vigencia, el plazo para la instalación de medidores de agua según la categoría de usuario y, finalmente, anuncia que el reglamento impreso se hará circular entre los usuarios del agua.

Cuadro 4.4. Listado sucinto del Reglamento para el manejo sostenible del agua en el municipio d San Jerónimo, Verapaz.

N° artículo	*Nombre y contenido más relevante*
1	**Objeto del reglamento**: asegurar la disponibilidad del recurso agua en cantidad y calidad para cubrir las necesidades y lograr el uso racional por parte de la población de San Jerónimo, considerando la protección y la conservación de la cuenca y de su área de recarga hídrica.
2	**Ámbito territorial de aplicación**: el presente reglamento es para todo el territorio que comprende el municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz.
3	**Usos del agua que regula el presente reglamento**: Servicio de agua potable urbana y rural, uso del agua para riego, uso industrial y comercial.
4	**Definiciones:** listado de conceptos relacionados al manejo del agua.
5	Entidad prestadora del servicio.
6	Tipo de usuarios del agua potable: domiciliar, comercial, industrial, público y mixto.
7	Responsabilidades del usuario.
8	Responsabilidades de la municipalidad.
9	Volumen de agua por usuario: hasta 21.000 litros/mes.
10	Prohibiciones en el uso del agua potable: faltas leves y graves.
11	Sanciones y multas: incluye la instalación del medidor.
12	Causa de corte del servicio.
13	Costo de instalación del servicio.
14	Clasificación de las tarifas: con medidor (domiciliar y pública, comercial e industrial), sin medidor (doméstica y pública).
15	Revisión y actualización de tarifas.
16	Procedimientos administrativos.
17	Definición de los usuarios.
18	**Responsabilidades de los usuarios:** g) Asegurar que los ríos siempre mantengan agua corriendo por su cauce original, aun en época seca. h) Asegurar el uso eficiente del agua. i) Descargar el agua a los ríos con la misma calidad con la que se captó (apegarse al Reglamento de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores de Agua). j) Participar en la búsqueda de acuerdos locales sobre el uso del agua. k) Notificar a la municipalidad sobre las fuentes de agua que utilizan (superficiales y subterráneas) y el volumen de agua utilizado. l) Contribuir a proteger las partes altas de las cuencas y áreas que se identifiquen como de recarga y regulación hídrica.
19	**Responsabilidades de la municipalidad**: a) Propiciar el monitoreo del volumen utilizado y la calidad de las aguas residuales. b) Participar en la mediación de conflictos. c) Llevar un registro de la información sobre el agua disponible y utilizada en el municipio, y hacerlo accesible a solicitud de personas individuales o jurídicas.

N° artículo	Nombre y contenido más relevante
20	**Tasa municipal para el manejo de la cuenca** La tasa municipal aplicable a las empresas generadoras de energía hidroeléctrica establecidas en el municipio es de Q.0,01 por kilovatio/hora producido.
21	**Definiciones:** • ...como servicio ambiental a las funciones de captación y regulación del recurso agua que las cuencas cumplen en beneficio de los usuarios en la parte baja y media de la cuenca. • Como pago por servicios ambientales se entiende a la compensación que los propietarios de la parte alta de la cuenca reciben por concepto del mantenimiento de las funciones de captación y regulación del recurso agua, que implican regulaciones del uso de la tierra y el agua.
22	**Responsabilidades relacionadas con los servicios ambientales:** a) Municipalidad: • Establecer, revisar e incorporar a la tasa municipal de agua en el casco urbano el costo de la protección y manejo de la cuenca. • Negociar mecanismos de pago por servicios ambientales con los diferentes usuarios de agua de la cuenca. • Recaudar y trasladar los recursos financieros a la instancia Coordinadora de Servicios Ambientales del Municipio. • Generar los espacios de participación de la población en el análisis de la problemática del agua, en las decisiones para su adecuado manejo y en la auditoría social. • Promover procesos participativos para la elaboración de la planificación estratégica y operativa del pago por servicios ambientales en el municipio. • Brindar asistencia técnica en los aspectos forestales, de uso del agua y de la tierra a los actores dentro de la cuenca (propietarios de tierras, comunidades usuarios de riego, agua potable e industrial).
22	b) Usuarios del agua (riego, comercial, industrial y potable) • Cumplir con las tasas definidas para el pago por servicios ambientales de acuerdo con el tipo de uso que haga del agua. • Participar en los espacios de deliberación, toma de decisiones y auditoría social relacionada con el recurso hídrico en el municipio. c) Propietarios de áreas de recarga hídrica • Cumplir con los acuerdos y/o contratos definidos para la inversión de los recursos asignados a través del pago por servicios ambientales. • Proteger las funciones hidrológicas de la cuenca mediante el uso apropiado del suelo y del agua, así como en la conservación de los bosques de las zonas de recarga hídrica. • Participar en los espacios de deliberación, toma de decisiones y auditoría social establecidos en el municipio.

N° artículo	*Nombre y contenido más relevante*
23	**Mecanismos de administración de servicios ambientales** Para la administración se considera que el municipio debe definir, a través de la instancia Coordinadora de los Servicios Ambientales, los siguientes aspectos: a) Planificación: debe contarse con una planificación estratégica y operativa, en la cual se identifiquen a partir de la capacidad de uso del suelo, las áreas a reforestar y proteger, en común acuerdo con los propietarios, mediante un compromiso y/o contrato de protección/reforestación. b) Supervisión: la Coordinadora monitoreará el cumplimiento de los planes de protección y reforestación. El incumplimiento de los compromisos por parte de los propietarios de la parte alta será sancionado de acuerdo con lo señalado en los compromisos o contrato de protección/reforestación. c) Recolección de los fondos: los fondos para el pago por servicios ambientales serán recolectados mediante la factura del servicio de agua potable en el caso de los usuarios del casco urbano; a través de las cuotas de AURSA para los usuarios de riego y mediante la contribución por mejoras para los usos industriales y comerciales. Otro tipo de usuario de agua no especificado en el reglamento deberá aportar al mecanismo de pago por servicios ambientales. d) Manejo de fondos: la Coordinadora de Servicios Ambientales seleccionará por un proceso público el ente ejecutor, quien será responsable de la implementación de las medidas de manejo de la cuenca. El ejecutor deberá apegarse a las normas establecidas para el manejo de fondos públicos, entregar cuentas y estar sujeto a las decisiones y supervisión de la Coordinadora de Servicios Ambientales.
24	**Participación ciudadana para el manejo sostenible del recurso agua** El gobierno municipal fomentará la participación ciudadana en el manejo sostenible del recurso agua. La finalidad de la participación ciudadana es que sus necesidades e intereses estén reflejados en las políticas, estrategias, planes, programas y proyectos para impulsar un uso racional del agua y una eficiente administración del recurso hídrico en el municipio. Uno de los mecanismos será a través de las comisiones de trabajo y las subcomisiones del Consejo municipal de Desarrollo relacionadas con el tema.
25	**Auditoría social** Para transparentar la administración de los fondos del pago por servicios ambientales del municipio, deberán publicarse a través de los medios de mayor alcance para la población, los informes financieros y técnicos trimestrales. La información deberá estar disponible para los ciudadanos y grupos de la sociedad civil que lo demanden.
26	**Definición** La Coordinadora de Servicios Ambientales es una instancia de coordinación y toma de decisiones conformada por diversos sectores para gestionar el uso sostenido del recurso hídrico en el municipio. Para regular su funcionamiento deberá contar con su propio reglamento.

N° artículo	Nombre y contenido más relevante
27	**Conformación**: La Coordinadora de Servicios Ambientales estará integrada por los siguientes actores: a) Alcalde Municipal b) Representante del Comité Urbano de Agua Potable (Comité Municipal del Agua) c) Representante de los COCODE de las partes altas de las cuencas d) Representante de la Asociación de Usuarios de Riego de San Jerónimo (AURSA) e) Representante de la Fundación Defensores de la Naturaleza Los representantes de las organizaciones deberán ser nombrados oficialmente y por escrito, cumpliendo la legislación existente en la materia. La conformación de la Coordinadora podrá ser ampliada, según las necesidades del municipio, siempre y cuando la decisión sea tomada en consenso con los miembros de la misma.
28	**Responsabilidades:** La Coordinadora de Servicios Ambientales será responsable de: a) Asegurar el buen uso y manejo de los recursos provenientes del pago por servicios ambientales. b) Asegurar la elaboración participativa del plan estratégico y operativo para el manejo de la cuenca, así como velar por la adecuada implementación y monitoreo. c) Asegurar la elaboración y publicación de planes de trabajo, informes técnicos y financieros sobre el manejo de los fondos del pago por servicios ambientales del municipio. d) Velar por el cumplimiento del presente reglamento y promover las acciones correctivas apropiadas para los casos de incumplimiento de los acuerdos, contratos y compromisos derivados.
29	Proceso para acceder al servicio municipal.
30	Propiedad de las instalaciones y redes.
31	**Consultas con la población**: El COMUDES, por medio de sus respectivas comisiones, analizará y recomendará a la municipalidad la factibilidad de prestar el servicio a una lotificación privada, con base en criterios técnicos y sociales.
32	Definición.
33	La comunidad local se organizará para la administración, funcionamiento y mantenimiento de su sistema de agua potable, en coordinación con la municipalidad, para lo cual puede contar con su propio reglamento de funcionamiento.

b. Reglamento interno del Comité Municipal del Agua

Defensores de la Naturaleza convocó a una reunión al Comité para plantear la elaboración de su reglamento interno. En ésta se explicó en qué consistía y se entregó un ejemplo de reglamento. Asimismo, se ofreció el apoyo para elaborarlo. Se tuvieron dos reuniones entre miembros de la Junta Directiva del Comité y Defensores de la Naturaleza para elaborar un borrador, el cual fue presentado en una última reunión a todo el comité para su discusión y aprobación.

La metodología llevada a cabo sugiere que el proceso de elaboración del reglamento fue bastante asistido por la Defensores de la Naturaleza, lo cual es positivo, pero demuestra que el Comité todavía no está suficientemente cimentado. El proceso de elaboración ayudó a reflexionar sobre la razón de ser del Comité, de su alcance, de cómo se conformará en el futuro para representar apropiadamente a la población del área urbana, entre otros puntos esenciales para su funcionamiento.

En el reglamento se plasmó el interés principal de la Junta Directiva para atender las necesidades del área urbana en cuestión de agua. La intención inicial de la Municipalidad y de Defensores de la Naturaleza es que el Comité pudiera representar a toda la población, urbana y rural, e incluso conformar el Comité de cuenca. Sin embargo, las personas que conformaron el comité percibieron que, dado su tiempo limitado, la cantidad de trabajo era suficiente para atender solo las necesidades de la población urbana.

El reglamento se elaboró en forma de estatutos del Comité, conteniendo seis capítulos con 49 artículos en total. A continuación se presentarán los nombres de los capítulos y se hace énfasis en los aspectos más relevantes en materia de manejo del agua y protección de las fuentes que la abastecen.

El proceso de elaboración fue asistido por Defensores de la Naturaleza, esto como parte del acompañamiento y trabajo en conjunto con el Comité para fortalecer la organización social en torno al manejo del agua. Se espera que el reglamento sea una herramienta para consolidar al Comité, que, al momento de aprobarlo, tenía un año y tres meses de funcionamiento.

En el cuadro 4.5 se presenta un listado de los títulos de los capítulos que conforman el reglamento y en el cuadro 4.6 se describen los aspectos más relevantes de los fines y objetivos del reglamento para la presente publicación. Se aprecia en el inciso b) que se adecuo al Reglamento Municipal del Agua, promoviendo lo que en él se dicta y, en el inciso g), también se hace referencia a la participación en la auditoría social de los recursos relacionados al agua.

Se aprecia también que uno de los objetivos (inciso c) se relaciona al desarrollo de actividades para hacer conciencia en la población sobre el tema del agua. Muy relacionado a éste, el inciso d indica que se realizarán acciones que contribuyan a la protección de las áreas de recarga hídrica, especialmente en la cuenca. Estos dos elementos son de vital importancia para alcanzar el nivel de conciencia e involucramiento de la población en cuanto al manejo del agua y protección de la parte alta de la Sierra de las Minas, que se persigue con la iniciativa del Fondo del Agua. Probablemente el comité se beneficie de más acompañamiento para llevar a cabo sus objetivos, al menos en el corto y mediano plazo. Lo ideal sería que poco a poco el Comité pueda actuar por si sólo, sin depender de las personas y que, incluso, pueda compartir su experiencia y fomentarla con otras poblaciones de la región.

El capítulo III, trata sobre la asamblea general, la Junta Directiva, las sesiones, representación, atribuciones y otros aspectos que se definen para organizaciones como comités y asociaciones. En general se trató de crear al Comité lo más democrático y representativo posible, y que lo indicado en el reglamento evitara malentendidos y confusiones en el futuro.

Cuadro 4.5. Listado de capítulos que conforman el reglamento interno de funcionamiento del Comité Municipal de Agua

Número y nombre	Artículos
Cap. I. Disposiciones Generales	1 a 4
Cap. II. De los miembros	5 a 8
Cap. III. De los órganos	9 a 29
Cap. IV. Del patrimonio y régimen económico	30 a 33
Cap. V. Del régimen disciplinario	34 a 41
Cap. VI. Disposiciones finales	42 a 49

Cuadro 4.6. Síntesis del capítulo uno del Reglamento Interno del Comité Municipal del Agu

N° artículo	Contenido más relevante
1, 2 y 3	Denominación y Naturaleza, Domicilio y Plazo
4	Fines y objetivos: El fin esencial del Comité es representar a los usuarios del agua domiciliar del casco urbano de San Jerónimo, B.V. ante la municipalidad y cualquier otra entidad para velar por la conservación y el adecuado abastecimiento del agua. Los objetivos del Comité son: a) Analizar, discutir y proponer soluciones al Concejo Municipal para enfrentar problemáticas derivadas del abastecimiento y distribución del agua domiciliar del casco urbano de San Jerónimo y de otros lugares que se benefician del mismo sistema. b) Hacer efectiva la búsqueda de la responsabilidad de cada usuario, exhortando a que cumplan con las obligaciones que establece el Reglamento Municipal del Agua de San Jerónimo en su capítulo respectivo. c) Fomentar la implementación de programas de educación ambiental (campañas educativas, difusión de información y concientización) para el manejo óptimo de los recursos hídricos, promoviendo la utilización racional del agua para uso domiciliar. d) Impulsar y participar en programas de conservación, reforestación y manejo sostenible de recursos naturales en las áreas de recarga hídrica de la región, especialmente en la cuenca del río San Jerónimo. e) Fortalecer la capacidad de sus miembros y usuarios del agua, logrando una visión común que permita a la entidad asociarse con todas aquellas iniciativas que persigan el manejo integrado de los recursos hídricos de la región. f) Defender los intereses y derechos de los usuarios, de acuerdo a los presentes objetivos y fines, implementando mecanismos de resolución de conflictos. g) Ser el ente de auditoría social de los recursos relacionados con el sistema de abastecimiento y distribución del agua domiciliar y con la protección del área de recarga hídrica. h) Promover el desarrollo de programas, proyectos y actividades compatibles con los fines y objetivos del comité.

V. Lecciones aprendidas y reflexiones finales

Las lecciones aprendidas se centran en los factores que intervinieron y en las experiencias que se tuvieron a lo largo del desarrollo de las actividades planificadas y no planificadas en el proyecto, que pueden permitir su réplica en otros sitios.

- Durante la recopilación de información para el diagnóstico se observó que el apoyo de la Municipalidad es muy útil y hasta esencial, sobre todo para convocar a representantes de comunidades a reuniones de consulta. También se comprobó que, en cuestiones de agua, es necesaria la presencia de mujeres en las reuniones para obtener la imagen completa de la situación en las comunidades. La visita a las fuentes de captación de agua para abastecer a comunidades y otros poblados es de utilidad para obtener información detallada de su ubicación, así como del estado de la infraestructura que puede servir para planificación municipal y comunitaria. Sin embargo, la coordinación con los líderes de cada comunidad para realizar las visitas requiere tiempo considerable, por lo que podría no ser replicable en otras localidades.
- En cuanto a los estudios de valoración, se requiere de tiempo y recursos considerables debido a que no existen registros de la información más básica de producción y, especialmente, volúmenes de agua utilizados. Por esta razón, existe la necesidad de diseñar los estudios tomando en cuenta la generación de la información base. En otros casos el acceso a la información es restringido, por lo que ciertas metodologías (de valoración económica, por ejemplo) no se pueden aplicar. La disponibilidad de las instituciones o de la población para proporcionar información es muy variable. Según la experiencia, no se recomienda solicitar información frecuentemente a las mismas instituciones o poblados ya que puede generar malestar o desconfianza. De nuevo, el apoyo de la Municipalidad a través de su visto bueno puede ser esencial.
- Para que exista participación adecuada, en cantidad y calidad, de la población o representantes de la población local para los procesos de organización para la GIRH, éstos deben estar convencidos sobre la importancia y prioridad del tema, así como conscientes de la compleja integración y relación entre todos los aspectos de la gestión de los recursos hídricos. De tal manera, que es necesario que exista una estrategia de educación y sensibilización a diferentes niveles para los diferentes actores de estos procesos. Esta estrategia debe ser implementada y evaluada constantemente.
- Todo el material que se utilizó para la sensibilización y la comunicación con la población local fue diseñado de forma conjunta.

- Las estructuras organizativas de usuarios del agua diseñadas desde afuera no son necesariamente las más adecuadas para la realidad local, por lo que fue necesario ser flexibles en cuanto a las estructuras diseñadas teóricas o técnicas. Sin embargo, los objetivos de estas estructuras deben permanecer fijos desde el inicio y ser claramente expuestos a los actores locales para su discusión y consenso.
- Deben existir instancias con poder de acción (por ejemplo, subcomisiones dentro del COMUDES o comités inscritos en la municipalidad), reconocidas por las autoridades. En el caso de San Jerónimo, los miembros del Comité sentían que si no era así, su inversión de tiempo y esfuerzo no tenía sentido.
- Debe facilitarse la participación de los líderes, en especial de comunidades, ya que la falta de recursos para transporte o por invertir su día de trabajo, puede causarles dificultades.
- A través de la experiencia en San Jerónimo se observó que la gente se motiva y participa si ve el fruto de su esfuerzo. Trabajar solo en tareas escritas (como un reglamento) puede hacerles perder el interés en participar. Es aconsejable alternar el trabajo entre reuniones y acciones más concretas.
- Las autoridades municipales pueden estar interesadas en contar con un reglamento de agua. Sin embargo, es muy probable que se necesite de un acompañamiento, como el que prestaron DDM-GTZ y Defensores de la Naturaleza en el caso de San Jerónimo. Por otro lado, sin el apoyo del Concejo Municipal llevar a cabo el proceso podría volverse complicado o imposible.
- Para el éxito en la elaboración de la propuesta se necesita de un equipo motivado y comprometido, que reúna a los principales actores del municipio. Esto podría variar de municipio en municipio, pero podría ser que se intente comenzar el proceso en un lugar y, si al cabo de un tiempo, no se cuenta con el equipo, quizá sea mejor no invertir más esfuerzos sino hasta que se perciba que la situación cambie.
- Idealmente se deberían hacer estudios en cada municipio como los que se realizaron en San Jerónimo. No obstante, podría no ser factible por falta de recursos económicos. En esos casos, los datos de San Jerónimo pueden tomarse como referencia, siempre tomando en consideración que las condiciones de captación, conducción y distribución del agua domiciliar, por ejemplo, no sean demasiado diferentes.
- Es recomendable que se cree dentro de la municipalidad la instancia que brinde seguimiento cercano a los procesos asignando (o contratando) a un empleado para evitar la dependencia total de la voluntad y disponibilidad de las personas que participan.

VI. Bibliografía

_____. 2003. *Informe hidrológico de Río Hondo, Reserva de Biosfera Sierra de las Minas*. Guatemala. p. 8-39.

Acampo. 2005. *Condiciones para la implementación de un sistema de riego: Maíz*. (en línea). Disponible en http://www.acampo.com

Administrador del Mercado Mayorista (AMM). 2004. *Informe de transacciones económicas.* (en línea. Disponible en http://www.amm.org.gt

_____. 1999. *Boletín No.3*. (Disponible en www.amm.org.gt

ALCON. 2004. *Programa ALCON para alimentación de Tilapias* (folleto). Cortés, Honduras.

Altaf, Janial; D. Whittington. 1992. *Willingness to Pay for Water in Rural Punjab, Pakistan.* UNDP-World Bank, Water and Sanitation Program. Washington, D.C. 161 Pp.

Azqueta, Diego. 1994. *Valoración económica de la calidad ambiental*. Madrid, McGraw Hill Interamericana de España, S.A. 299 Pp.

Barzev, R. 2002. *Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales*. Proyecto Corredor Biológico Mesoamericano / CCAD, Serie Técnica 04. Managua. 149p.

Besley, S; Brigham, E. 2001. *Fundamentos de administración financiera*. 12 ed. MacGraw Hill, México, D.F. 919pp.

Blouke, P. 2001. Treasure State Endowment Program. *2003 Biennium, Project Evaluations and Funding Recommendations*, Montana Department on Commerce. P 28.

Bocek, A. 2004. *Introducción al cultivo de peces en estanques*. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments. Auburn University, Alabama. Disponible en http://www.acuaculturaca.org.hn/home/topic.cgi?forum=3&topic=2 y http://www.acuacultura-ca.org.hn/home/topic.cgi?forum=23&topic=1

Bosch, JM; Hewlett, JD. 1982. *A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration*. Journal of Hydrology, 55: 3-23.

Brooks, KN; Ffolliott, PF; Gregersen, HM; Thames, JL. 1991. *Hydrology and the management of watersheds*. Iowa State University Press.

Bruijnzeel, LA. 1990. *Hydrology of moist tropical forests and effects of conversion: A state-of-knowledge review*. UNESCO, Paris.

Carballo, M. 1995. *Estudio de evaloración del impacto ambiental del proyecto hidroeléctrico Matanzas (10MW), fases I y II, Tecnoguat, S.A. ríos Matanzas y Chilascó*, municipios Salamá y San Jerónimo. Guatemala.

CEPIS/HPE/OPS. 2001. *Metodologías simplificadas para la evaluación de eutrofización en lagos cálidos tropicales*. Programa Regional CEPIS/HPE/OPS. 63 p.

Cho-Min-Niang. 2003. *Willingness To Pay (WTP)*. Yangon, Myanmar. Disponible en http://www.pitt.edu/~super1/lecture/lec11871/index.htm

Consultores Profesionales de Ingeniería. 2000. *Resumen del estudio de abastecimiento de agua para el Tasquehuite, San Jerónimo, Baja Verapaz.* Foster parents Plan Internacional. Guatemala.

Costanza, R; Cumberland, J; Daly, H; Goodland, R; Norgaard, R. 1997. *An introduction to Ecological Economics*. Boca Ratón, CRC Press LLC. 275 P.

Dixon, J. & M. Hufschmidt. 1986. *Economic Valuation Techniques for the Environment*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore. 203 Pp.

EPA. 2004. *Water quality procedures* (en línea). Disponible en: http://www.epa.gov/owow/monitoring/volunteer/stream/vms58.html

Espejo, C. Cultivo de Tilapia roja en jaulas, tecnología colombiana. Disponible en: http://www.ag.uiuc.edu/~asala/espanol/nutricionanimal/soyanoticias/no_264_02.htm

Falkenmark, M; Chapman, T. (eds). 1989. *Comparative hydrology. An ecological approach to land and water resources.* UNESCO, Paris.

Fundación Defensores de la Naturaleza. 2005. Valoración económica del agua en la cuenca del río San Jerónimo, Baja Verapaz, Guatemala. Fundación Defensores de la Naturaleza. San Jerónimo, Guatemala. 45 p.

_____. 2005. Análisis de la información disponible sobre cantidad y calidad de agua en la cuenca del río San Jerónimo, Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, Guatemala. Fundación Defensores de la Naturaleza. Guatemala. 23 p.

_____. 2004. Diagnóstico morfométrico y socioeconómico de la cuenca del río San Jerónimo, Baja Verapaz. San Jerónimo. 90 p.

_____. 2002. Fondo del agua, sistema Motagua-Polochic. Fundación Defensores de la Naturaleza. Guatemala, 11 p.

Gall, Francis. 1982. Diccionario Geográfico Nacional, versión digital de la 2ª ed. Instituto Geográfico Nacional, Guatemala. 339 p.

Guerra, A. 2004. Estimación económica de la contribución del bosque en regulación de calidad de agua para riego e hidroeléctrica en el río Pasabién, Sierra de las Minas, Guatemala. Tesis de grado (pendiente de publicación) de Licenciatura en Ingeniería Forestal, Universidad del Valle de Guatemala.

GWP. 2000. *Integrated Water Resources Management, TAC Background paper No.4.* Global Water Partnership. Stockholm. 67 p.

HACH. 2000. Manual de análisis de agua. 2 ed en español. HACH Company, Colorado.

Hernández, O; Cobos, C; Ortíz, A. 2002. Valoración económica del servicio ambiental de regulación hídrica, lado sur de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, Guatemala. FIPA/USAID.

IDEAM. 2004. Guía para el monitoreo y seguimiento del agua. Bogotá. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 39p.

Instituto Nacional de Bosques (INAB). 2001. Manual para la elaboración de planes de manejo forestal en bosques de coníferas (modelo centroamericano). Editorial PROCAFOR. Guatemala. 264 p.

Instituto Nacional de Estadística (INE). 2002. Censo poblacional y de vivienda (versión digital). Instituto Nacional de Estadística. Guatemala.

Instituto Nacional de Estadística (INE); Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). 2003. IV Censo nacional agropecuario (versión digital). Instituto Nacional de Estadística y Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Guatemala.

INSIVUMEH. 2004. Precipitación mensual en el valle de San Jerónimo en 2002 y 2003. Guatemala.

Jiménez, F. 2003. Enfoques y estrategias actuales para el manejo de cuencas hidrográficas. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Kiersch, B. 2000. Impactos del uso de la tierra sobre los recursos hídricos: una revisión bibliográfica. FAO, Roma.

MAGA. 1994. Certificación de inscripción de toma y registro de agua para el uso de caudales de los ríos Matanzas y Chilascó a favor de Tecnoguat, S.A. Guatemala.

Lette, H; de Boo, H. 2002. *Economic valuation of forests and nature*. International Agricultural Centre, Wageningen & National Reference Centre for Agriculture, Nature Management and Fisheries (EC-LNV). The Netherlands. 69 pp.

Oficina Municipal de Planificación de San Jerónimo. 2004. Presentación sobre el Diagnóstico Integral de Saneamiento en la Cabecera Municipal. San Jerónimo, Baja Verapaz, Guatemala.

Perez, C; Barzev, R; Herlant, P. 2000. Elementos para la concepción de acciones de pagos por servicios ambientales. PASOLAC.

Peters, NE; Meybeck, M. 2000. *Water quality degradation effects on freshwater availability: Impacts of human activities*. Water International, 25(2): 185-193.

Plan Internacional. 2003. Proyecto de introducción de agua potable en la comunidad de Santa Cruz, San Jerónimo, B.V. Plan Internacional Guatemala.

PLV/GTZ. 2000. Caracterizaciones municipales (versión digital). Programa Las Verapaces y Agencia Alemana de Cooperación. Guatemala.

Rees, J. 1998. *Regulation and private Participation in the water and Sanitation Sector, TAC Background paper No. 1*. Global Water Partnership. Stockholm. 32 p.

Reyes, V; Córdoba, C. 2000. Valoración económica del bosque y su relación con el recurso hídrico, para uso hidroeléctrico en la microcuenca del río Volcán. Tesis Universidad Nacional de Costa Rica, San José. www.una.ac.cr

Reyes, V. 2003. Valoración económica del agua para uso industrial en la cuenca del río Pasabién, RBSM, Guatemala. WWF/Fundación Defensores de la Naturaleza. 38p.

Reyes, V; Fallas, J; Miranda, M; Segura, O; Sánchez, R. 2002. Parámetros para la valoración del servicio ambiental hídrico brindado por los bosques y plantaciones de Costa Rica. Serie Documentos de Trabajo 008-2002, CINPE / FONAFIFO. Costa Rica. 28 p.

Rogers, P; Bhatia, R; Huber, A. 1998. *Water as a Social and Economic good: How to put the principle into practice, TAC Background Paper No. 2*. Stockholm. 35 p.

Soto, G; Bateman, I; Tinch, R; Moffatt, P. 2002. *Assesing the Willingness to Pay for Maintained and Improved Water Supplies in Mexico City*. The School of Environmental Sciences and the School of Economic and Social Studies, University of East Anglia. Norwich. 28 p.

UNDP-World Bank. 1999. *Willing To Pay But Unwilling To Charge*. Field Note. United Nations Development Program and World Bank, Water and Sanitation Program-South Asia. New Delhi. 8 p.

Consultas a los centros de salud de San Jerónimo y Salamá. Julio de 2004.

VII. Anexos

1. Encuesta sobre el servicio urbano de agua potable

Comité Urbano del Agua
San Jerónimo, B.V.

Municipalidad
San Jerónimo, B.V.

Fundación
Defensores de la Naturaleza

Sector del pueblo: _____

1. ¿Cree que lo que se paga actualmente por el servicio de agua es justo?
   Sí _____ No _____

2. ¿Cuánto cree que se debería pagar al mes por el servicio de agua con las condiciones actuales? < 6Q ____ 6Q ____ 6Q-10Q ____ 10Q-20Q ____ > 20Q ____

3. ¿Cuánto se podría pagar si se mejora el servicio (que el agua se pueda tomar y que haya agua todo el tiempo?
   6Q ____ 6Q-10Q ____ 10Q-20Q ____ 20Q-30Q ____ >30Q ____

   ¿Por qué no está de acuerdo en pagar?
   Incapacidad económica ___ Cree que la muni debería pagar ___ No sabe/responde___

4. ¿Cómo considera la calidad del agua? Buena _____ Mala _____ Regular _____
   ¿Por qué? _____
   ¿Tiene basura/tierra? sí___ no___

5. ¿Cómo considera la continuidad del servicio de agua?

Hrs. al día/meses		
24		
18-24		
12-18		
6-12		
3-6		
Menos de 3		

6. ¿Estaría de acuerdo en que se pongan contadores de agua en las casas?
   Sí _____ No _____
   ¿Por qué? _____

7. ¿Usan el agua del servicio urbano para beber? Sí _____ No _____

8. ¿Compran agua purificada para beber? Sí _____ No _____

   Número de tambos por mes: _____ ¿Cuánto gastan al mes? _____

9. ¿Sabe de dónde viene el agua? Sí _____ No _____

De la montaña ____ Del bosque ____ Es subterránea ____ San Isidro _____

10. ¿Por cuánto tiempo ha tenido conexión de agua domiciliar?

< un año ___ 1-2 años ___ 2-5 años ___ 5-10 años ___ >10 años ___

11. ¿Cree que es necesario contribuir a que se proteja el bosque de donde viene el agua?
Sí _____ No _____ No sabe _____

12. ¿De quién cree usted que es obligación de cuidar el bosque de donde viene el agua?

Gobierno ___ Municipalidad ___ Usuarios del agua ___ Sector privado ___ Todos ___
No sabe ____ Otros _____

13. ¿De qué formas cree que puede contribuir la población a proteger el bosque?

Reforestando _____ Pagando una cuota mensual _____ No sabe _____
Otra _____

14. ¿Con cuánto podría contribuir al mes para que se cuide el bosque de donde proviene el agua que abastece al pueblo?
< 50 Ctvs. ____ 50 Ctvs.-1Q ____ 1Q-1.5Q ____ 1.5Q-2Q ____ > 2Q ____
No sabe _____

15. A su criterio ¿Quién cree que debería administrar el dinero recaudado para proteger el bosque?
Comité urbano del agua ____ FDN ____ Muni ____ Otro _____
No sabe _____

Aspectos socioeconómicos

16. Es usted jefe/a de hogar: Sí ___ No ___

17. Sexo: M ____ F ____

18. Edad: 18-25 ___ 26-35 ___ 36-45 ___ 46-55 ___ 56-65 ___ > 65 ___

19. Nivel educativo:

Prim. ___ Sec. ___ Diversificado ___ Técnico ___ Universitario ___ Postgrado ___
Otros: _____

20. Ingresos mensuales aproximados por familia:

< 1000 ___ 1000 – 1500 ___ 1500 – 2000 ___ 2000 – 3000 ___ 3000 – 4000 ___
> 4000 ___

21. ¿Cuántas personas dependen de esos ingresos? _____

22. ¿Cuenta con servicio de cable? Sí ___ No ___ Cuota mensual que paga: _____

23. ¿A cuántas personas provee su conexión de agua? _____

2. **Encuesta para el estudio de valoración del agua**

Proyecto "Gota a gota por nuestra agua"

Dirigida a productores de TOMATE que son usuarios de la Unidad de Riego de San Jerónimo

- ¿En qué sector de riego se ubica? _____
- ¿Cuál es la extensión/tamaño de la tierra en que cultiva tomate? _____
- ¿Cuántas cosechas de tomate saca al año? _____
- ¿Cuántas cajas de tomate saca por cosecha? _____
- ¿Durante qué meses realiza el cultivo? _____
- ¿Qué cantidad gasta por cultivo de tomate? _____

- Señale con una X en el cuadro del lado aquellos insumos o actividades en que gasta para el cultivo de tomate:

Arrendamiento	
Surqueado	
Preparación del terreno	
Siembra (pilones)	
Venenos (Insecticidas, funguicidas o nematicidas)	
Fertilizantes	
Fertilizantes foliares	
Pita	
Tutores	
Transporte	
Cajas, en caso de que el transporte no las incluya	
Manguera	
Combustible y lubricantes para bomba	
Repuestos y otros gastos de mantenimiento del sistema de riego	
Nylon	
Mano de obra	
Si no paga la mano de obra, ¿cuántas horas invierte al día en el cultivo?	
Otro	
Otro	
Otro	

- ¿Cada cuántos días riega? _____
- ¿Cuántas horas al día riega su cultivo? _____
- Su sistema de riego es:

  por goteo_____ por gravedad_____ por aspersión_____

¡Gracias por su colaboración!

Fundación Defensores de la Naturaleza

Proyecto "Gota a gota por nuestra agua"
Encuesta para el estudio de valoración del agua

Dirigida a productores de MAÍZ que son usuarios de la Unidad de Riego de San Jerónimo

- ¿En qué sector de riego se ubica? _____
- ¿Qué tipo de maíz cultiva? (criollo o dulce) _____
- ¿Cuál es la extensión/tamaño de la tierra en que cultiva maíz? _____
- ¿Cuántas cosechas de maíz saca al año? _____
- ¿Cuántos quintales de maíz saca por cosecha? (si usted produce maíz criollo)

  _____
- ¿Cuántas bandejas saca por cosecha? (si usted produce maíz dulce)

  _____
- ¿Durante qué meses realiza el cultivo? _____
- ¿Qué cantidad gasta por cultivo de maíz? _____
- Señale con una X en el cuadro del lado aquellos insumos o actividades en que gasta para el cultivo de maíz:

Preparación del terreno	
Surqueado	
Siembra (indique si siembra pilones o semillas)	
Venenos (Insecticidas, funguicidas o nematicidas)	
Fertilizantes	
Arrendamiento del terreno	
Desgranado	
Costales	
Bandejas y nylon	
Transporte	
Manguera	
Combustible y lubricantes para bomba	
Repuestos y otros gastos de mantenimiento del sistema de riego	
Mano de obra	
Si no paga la mano de obra, ¿cuántas horas invierte al día en el cultivo?	
Otro	
Otro	

- ¿Cada cuántos días riega? _____
- ¿Cuántas horas al día riega su cultivo? _____
- Su sistema de riego es:
  por goteo_____ por gravedad_____ por aspersión_____

¡Gracias por su colaboración!

Fundación
Defensores de la Naturaleza

Proyecto "Gota a gota por nuestra agua"
Encuesta para el estudio de valoración del agua

Dirigida a productores de TOMATE que no son usuarios del canal de riego

- ¿Cuál es la extensión/tamaño de la tierra en que cultiva tomate? _____
- ¿Cuántas cosechas de tomate saca al año? _____
- ¿Cuántas cajas de tomate saca por cosecha? _____
- ¿Durante qué meses realiza el cultivo? _____
- ¿Qué cantidad gasta por cultivo de tomate? _____

- Señale con una X en el cuadro del lado aquellos insumos o actividades en que gasta para el cultivo de tomate:

Preparación del terreno	
Surqueado	
Siembra (pilones)	
Venenos (Insecticidas, funguicidas o nematicidas)	
Fertilizantes	
Fertilizantes foliares	
Pita	
Tutores	
Arrendamiento del terreno	
Transporte	
Cajas (en caso que el transporte no las incluya)	
Nylon	
Mano de obra	
Si no paga la mano de obra, ¿cuántas horas invierte al día en el cultivo?	
Otro	
Otro	
Otro	

- ¿Riega su cultivo? _____
  - Si lo riega, ¿cada cuánto riega? _____
    ¿Cuántas horas al día riega su cultivo? _____
  - ¿De dónde obtiene el agua? _____

- Su sistema de riego es:
  por goteo_____ por gravedad_____ por aspersión_____

¡Gracias por su colaboración!

Fundación Defensores de la Naturaleza

Proyecto "Gota a gota por nuestra agua"
Encuesta para el estudio de valoración del agua

Dirigida a productores de MAÍZ que no son usuarios del canal de riego

- ¿Qué tipo de maíz cultiva? (criollo o dulce) _____
- ¿Cuál es la extensión/tamaño de la tierra en que cultiva maíz? _____
- ¿Cuántas cosechas de maíz saca al año? _____
- ¿Cuántos quintales de maíz saca por cosecha? (si usted produce maíz criollo) _____
- ¿Cuántas bandejas saca por cosecha? (si usted produce maíz dulce) _____
- ¿Durante qué meses realiza el cultivo? _____
- ¿Qué cantidad gasta por cultivo de maíz? _____

- Señale con una X en el cuadro del lado aquellos insumos o actividades en que gasta para el cultivo de maíz:

Preparación del terreno	
Surqueado	
Siembra (indique si siembra pilones o semillas)	
Venenos (Insecticidas, funguicidas o nematicidas)	
Fertilizantes	
Arrendamiento del terreno	
Desgranado	
Costales	
Bandejas y nylon	
Transporte	
Mano de obra	
Si no paga la mano de obra, ¿cuántas horas invierte al día en el cultivo?	
Combustible, repuestos y mantenimiento de bomba para riego	
Otro	
Otro	

- ¿Riega su cultivo? _____
  - Si lo riega, ¿cada cuánto riega? _____ Y ¿Cuántas horas al día riega su cultivo? _____
  - ¿De dónde obtiene el agua? _____
- Su sistema de riego es:
  por goteo_____ por gravedad_____ por aspersión_____

¡Gracias por su colaboración!