



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

# CONSERVACION DE LA BIODIVERSIDAD EN LA CUENCA DEL CANAL (USAID/CBC)

DIAGNOSTICO SOCIO ECONOMICO Y  
TECNICO DE LA SUB-CUENCA DEL  
RIO BOQUERÓN  
- INFORME FINAL -

**Marzo 2008**

Este documento fue posible con el apoyo del Pueblo de los Estados Unidos a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. El contenido de este documento es responsabilidad de International Resources Group (IRG), revisado y aprobado por USAID.



## **DIAGNOSTICO SOCIO ECONOMICO Y TECNICO DE LA SUB-CUENCA RIO BOQUERÓN**

Fecha: 18 de Marzo, 2008

## GUIA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1 Antecedentes .....	4
1.2 Definición de Manejo de Cuencas .....	5
1.3 La Biodiversidad dentro del Plan de Manejo de Sub-Cuenca.....	5
1.4 Objetivo General .....	5
1.5 Objetivos Específicos.....	6
1.6 Metodología.....	6
2. UBICACIÓN, BREVE HISTORIA Y ESTADO SOCIO-ECONÓMICO DE LA CUENCA DEL RÍO BOQUERÓN.....	8
2.1 Descripción de la cuenca Río Boquerón.....	8
3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y BIOLÓGICAS DE LA MICRO-CUENCA.....	13
4. USO ACTUAL DE LOS RECURSOS NATURALES.....	20
4.1 Usos del Recurso Agua .....	20
4.2 Usos Actuales del Suelo .....	20
4.3 Uso de la Bio-diversidad en la Sub-cuenca .....	24
4.4 Resumen: Riesgos del Uso Actual del Suelo, Agua, y Biodiversidad .....	26
5. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL ACTUAL DE LA SUB-CUENCA.....	28
5.1 Áreas Críticas para las Amenazas al Agua y Biodiversidad.....	29
6. OPORTUNIDADES PARA MEJORAR EL MANEJO DE RECURSOS NATURALES EN LA SUB-CUENCA .....	31
6.1 Estrategias de prevención y recuperación .....	31
6.2 Opciones viables para la producción rural .....	31
6.3 Opciones para mejorar la infraestructura social actual.....	31
6.4 Opciones para mejorar la calidad o cantidad de agua.....	32
6.5 Opciones para mejorar la protección de los ecosistemas acuáticos y la biodiversidad	32
6.6 Opciones para mitigar desastres (inundaciones/erosión fluvial/deslizamientos).....	32
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	33

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Antecedentes

La cuenca hidrográfica del Canal de Panamá incluye una superficie de 3,300 km<sup>2</sup> que provee agua al Lago Gatún, formado en 1914 cuando se represó el Río Chagres para crear el cuerpo de agua que permitiera la operación del Canal. La cuenca del Canal es vital para Panamá, tanto por el agua potable que suple a las áreas urbanas de Panamá y Colón, las dos ciudades mas grandes del país, como por el agua que provee para el tránsito de las naves por el Canal. Aunque una superficie significativa de la cuenca esta dentro de áreas protegidas nacionales, algunas zonas dentro de las áreas protegidas son usados con fines agropecuarios, o están siendo desarrollados por fines residenciales o industriales, constituyendo riesgos potenciales para la calidad de los recursos hídricos.

Según mandato constitucional, la responsabilidad de “...la administración, mantenimiento, uso y conservación de los recursos hídricos en la cuenca hidrográfica del Canal de Panamá...” recae sobre la Autoridad del Canal de Panamá (ACP). Ley 19 confiere a la ACP “...salvaguardar estos recursos hídricos a través de estrategias, políticas, programas y proyectos que afectan la cuenca, coordinar la administración de los recursos naturales con otras agencias, y establecer una Comisión Inter-Institucional para la Cuenca Hidrográfica del Canal (CICH).” La ACP y las instituciones de la CICH están involucrados en la labor de “salvaguardar los recursos hídricos” de la Cuenca<sup>1</sup> desde 2000, con un enfoque en sub-cuencas priorizadas dentro de la Cuenca del Canal.

En 2003 la ACP y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) establecieron el “Fondo para la Conservación y Recuperación de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá (USAID-ACP).” Este fondo ofrece recursos financieros para iniciativas de desarrollo sostenible y conservación de recursos naturales en sub-cuencas priorizadas dentro de la Cuenca. A partir de 2005, este fondo financió el “Proyecto Establecimiento y Fortalecimiento de Comités Locales por Sub-cuenca” con el objetivo fortalecer los comités locales pilotos formados en 2002-2004 en la entonces reconocida región occidental de la cuenca, y formar en la región oriental, grupos nuevos de residentes, organizaciones de base e instituciones locales como instancias autónomas de coordinación para el manejo de distintas sub-cuencas.

Esta actividad fue ejecutada en 2005-2006 bajo contrato con la organización no-gubernamental SONDEAR (Sociedad Nacional para el Desarrollo de Empresas y Áreas Rurales). Actualmente existen 26 “comités locales” en 13 sub-cuencas constituidos durante la implementación del proyecto, y se realizaron diagnósticos sociales y ambientales detallados en todas las áreas a las cuales pertenecen los comités locales. Estos diagnósticos constituyen una fuente rica de información sobre la situación de cada sub-cuenca, especialmente las relaciones socio-económicas y las percepciones de los moradores sobre los recursos naturales de las sub-cuencas donde viven.

---

<sup>1</sup> La ACP utiliza la denominación “Región Oriental,” (ROR) para la cuenca hidrográfica que alimenta directamente al Lago Gatún y el Canal mismo—aquí se refiere a esta área simplemente como “la Cuenca.” La Ley 44 de 1999, que creaba la “Región Occidental” ROCC, considerada como reserva para futuras obras de ampliación del canal, incluía cuencas que escurren directamente al Mar Atlántico; esta ley fue derogada mediante la Ley 20 de junio de 2006, reconociéndose a partir de entonces, como la cuenca hidrográfica del canal de Panamá, la región Oriental (ROR).

## I.2 Definición de Manejo de Cuencas

El manejo de cuencas será definido en este documento como: “*El manejo de recursos naturales y humanos en una cuenca específica para lograr determinados objetivos con respecto al recurso agua.*” Estos objetivos pueden incluir la protección de la calidad y cantidad de agua para usos domésticos, comerciales o agrícolas; el control de inundaciones y erosión hídrica; la restauración de la biodiversidad acuática; o la protección de infraestructura u otros servicios ambientales que provee el agua. El manejo de cuencas frecuentemente requiere la elaboración de un “Plan de Manejo” para priorizar y coordinar acciones diversas a favor del agua.

Para preparar un Plan de Manejo de una sub-cuenca es necesario combinar y conciliar las percepciones locales sobre los recursos naturales con datos científicos sobre los mismos recursos. El diagnóstico técnico pretende analizar las condiciones físicas, biológicas y sociales en la cuenca para revelar cuales son las amenazas actuales y futuras, sobre los recursos hídricos y el ecosistema acuático. Este análisis de amenazas tiene que ser conciliado con la conceptualización local de la situación, para posteriormente ser transformado, por un proceso participativo de consenso, en un serie de estrategias viables de “salvaguardar los recursos hídricos”, incluyendo acciones concretas de desarrollo sostenible en las comunidades de la respectiva sub-cuenca.

## I.3 La Biodiversidad dentro del Plan de Manejo de Sub-Cuenca

En las sub-cuencas que forman parte de las áreas protegidas Parque Nacional Chagres, Parque Nacional la Soberanía, Parque Nacional Camino de Cruces y Parque Nacional Altos de Campana, la conservación de la biodiversidad y servicios ambientales de los bosques es también un tema importante con implicaciones nacionales y internacionales. La Autoridad Nacional de Ambiente (ANAM) ha establecido planes de manejo para los parques que sirven como un marco de referencia y orientación importante en cualquier futura planificación que afecte los recursos naturales de la Cuenca.

El Parque Nacional Chagres actualizó su Plan de Manejo en 2005. El PN Chagres tiene una extensión de 125,000 hectáreas y cubre el 29% de la extensión total de la cuenca del Canal. El PN Chagres incluye geográficamente a la totalidad de las sub-cuencas de los ríos Alto Chagres, Pequení y Boquerón, los cuales alimentan al embalse Alajuela, además de la parte alta de la sub-cuenca río Gatún, que escurre directamente al Lago Gatún. El Plan de Manejo de PN Chagres establece el objetivo de “*Mantenimiento de la integridad ecológica, la conservación de la biodiversidad y la generación de servicios ambientales producidos en el Parque Nacional Chagres.*”

Entre los servicios ambientales más importantes del PN Chagres se cuentan los beneficios sociales de los ríos que nacen en los bosques del Parque, incluyendo agua potable para las ciudades de Colón y Panamá, agua para la operación del canal de Panamá, la navegación local, el turismo local e internacional, regulación del régimen hidrológico, mantenimiento del clima, provisión de alimentos e ingresos (peces, moluscos, etc.), y de mantener el ecosistema acuático en general.

En este contexto, un plan de manejo de una sub-cuenca tiene que buscar un balance entre los objetivos de conservación de los recursos naturales (agua y biodiversidad y servicios ambientales) bajo la responsabilidad de las autoridades sectoriales (ACP, ANAM, MIDA) con los objetivos del desarrollo social y económico local manifestado por los pobladores. Este diagnóstico técnico pretende identificar asuntos claves en el área, y proveer a los comités locales y futuros Consejos Consultivos, lineamientos importantes para encontrar ese balance y escoger iniciativas de conservación y desarrollo apropiadas.

## I.4 Objetivo General

El objetivo general del diagnóstico técnico es analizar las condiciones físicas, biológicas, sociales y económicas en la sub-cuenca del Río Boquerón para revelar los asuntos claves en la conservación de los recursos hídricos, el ecosistema acuático y los servicios ambientales que proveen.

## I.5 Objetivos Específicos

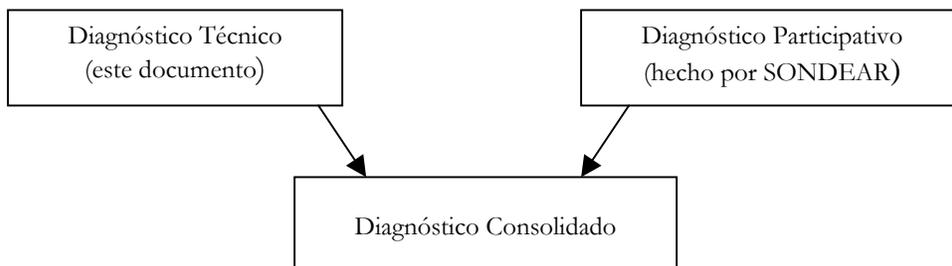
- 1) Analizar los usos actuales del recurso hídrico y el ecosistema acuático, para determinar cuales recursos naturales y sus usos están en riesgo actual o futuro.
- 2) Identificar las amenazas actuales para los recursos hídricos, ecosistemas acuáticos y sus usuarios, y las causas fundamentales de estas amenazas.
- 3) Plantear estrategias para el futuro manejo de las tierras y recursos naturales de la cuenca para conservar los recursos hídricos, ecosistemas acuáticos y sus usos.
- 4) Plantear las estrategias de desarrollo sostenible compatibles con las estrategias de conservación indicados en (3).

## I.6 Metodología

Este diagnóstico técnico está basado en el abordaje de análisis de cuencas hidrográficas promovidas por las oficinas de Protección del Medio-Ambiente (EPA) de los Estados Unidos (“the watershed approach”), pero modificado para uso con pequeñas cuencas hidrográficas en América Latina (EPA, 1997; EPA, 2006; McDowell et.al., 2003; IRG, 2005). El diagnóstico técnico es similar a la etapa de “caracterización de la cuenca” en las metodologías de EPA o de “Water Directive Framework” de la Unión Europea (WFD, 2004), pero modificado para incluir otros aspectos apropiados para América Latina.

Los criterios importantes empleados para el análisis de cuencas pequeñas, definido como micro- o sub-cuencas con superficies entre 10-1000 km<sup>2</sup>, en Panamá son: 1) se consideran todos los usos del agua incluyendo aspectos de servicios ambientales y ecosistemas acuáticos, enfocándose en recursos hídricos prioritarios y los riesgos a su uso sostenible; 2) analiza todos los usos de la tierra que afectan los recursos hídricos en una sub-cuenca específica (urbana, industrial, agrícola y ecosistemas naturales); 3) involucra a todos los interesados del sector público y privado, especialmente los dueños de las propiedades privadas, en diseñar soluciones adecuadas a los problemas encontrados.

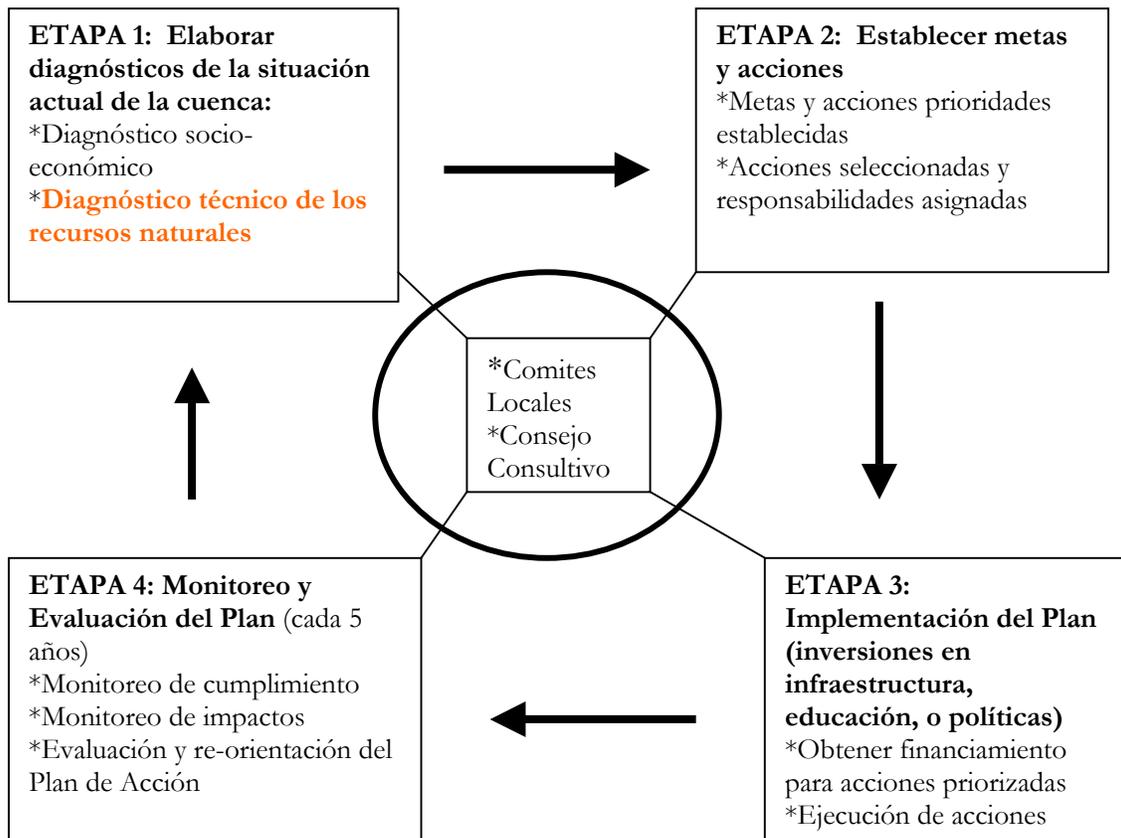
En la experiencia vivida en distintos países de América Latina se ha notado la importancia de integrar las perspectivas de las disciplinas científicas (hidrología, biología, geología, etc.) con las perspectivas distintas de las personas que viven o trabajan en la cuenca. Así se utiliza la técnica de elaborar el diagnóstico participativo (socio-ambiental) y el diagnóstico técnico en forma separada y paralelo, y después unir y conciliar los resultados de las dos perspectivas sobre la problemática en un evento(s) participativo(s). La metodología y resultado del diagnóstico participativo esta explicada en SONDEAR, 2006. La unión y conciliación de los diagnósticos en un Diagnóstico Consolidado, se realizará posteriormente, llegando a conclusiones sobre los asuntos prioritarios.



El diagnóstico técnico está basado principalmente en información recopilada de fuentes secundarias. Hay una abundancia de esta información debido al interés de instituciones como la ACP, Smithsonian Tropical Research Institute (STRI), ANAM, USAID, y otros en la Cuenca del Canal en los últimos 10 años. Esta información secundaria fue complementada con giras de reconocimiento en el campo, entrevistas con

informantes claves en el campo, trabajos de colección y análisis de datos primarios sobre temas específicos (calidad de aguas, fuentes actuales de contaminación), y análisis de datos geográficos (GIS). La información esta avalada y confirmada a través de un proceso de consulta con actores claves en las instituciones de la CICH, entre ellos, MIDA, MIVI, MOP, MINSA y otros.

Mas allá de este enfoque, en el Diagnostico Técnico las siguientes etapas del proceso de elaboración e implementación del Plan de Manejo están ilustradas abajo:



## 2. UBICACIÓN, BREVE HISTORIA Y ESTADO SOCIO-ECONÓMICO DE LA CUENCA DEL RÍO BOQUERÓN

### 2.1 Descripción de la cuenca Río Boquerón

La cuenca Río Boquerón tiene aproximadamente 102 km<sup>2</sup> de superficie. Su cabecera está cerca de Cerro Bruja en el norte del Parque Nacional Chagres. Limita con la cuenca del Río Pequení al este y con la cuenca del Río Atún hacia el oeste. La mayor parte de esta sub-cuenca se encuentra dentro del Parque Nacional Chagres, aunque una porción de la parte alta de la sub-cuenca está en el Parque Nacional Portobelo. Aún así la cuenca ha sido intervenida por intereses agropecuarios, madereros y mineros en los últimos 40 años.

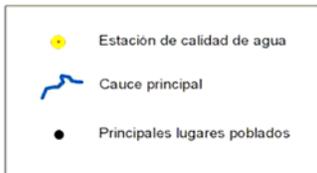
En la actualidad, aproximadamente 84% de la cuenca esta cubierta de bosques maduros o secundarios. El resto esta siendo utilizado para ganadería (cria de bovinos) de baja intensidad y, en menor escala, para agricultura de pequeña escala.

## Subcuenca del río Boquerón (hasta la estación Peluca)



Autoridad del Canal de Panamá  
Departamento de Seguridad y Ambiente  
División de Administración Ambiental  
Sección de Manejo de Cuenca  
UNIDAD DE CALIDAD DE AGUA

### Leyenda



Escala 1:120,000



Mapa elaborado por la Unidad de Sensores Remotos agosto, 2006

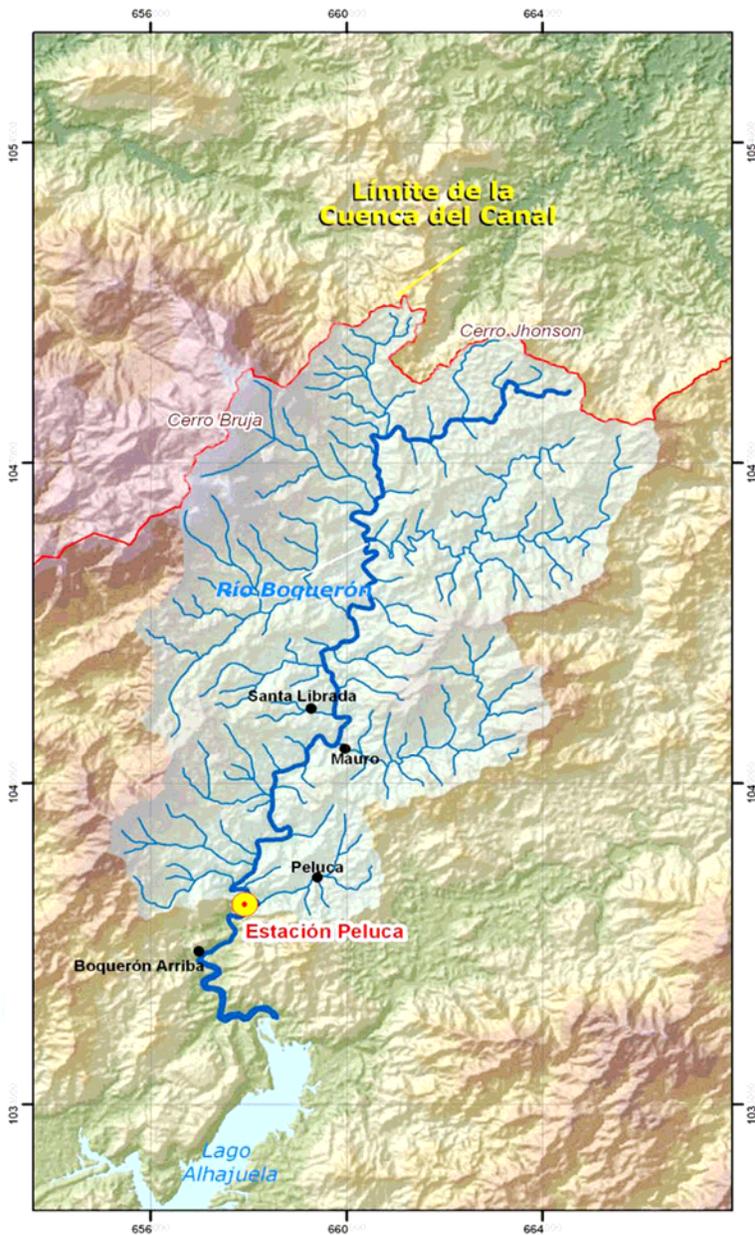


Localización Regional



Subcuenca del río Boquerón

Cuenca del Canal



El río Boquerón nace en la parte este de Sierra Llorona, a 240 m de elevación, éste sigue un curso con dirección norte-suroeste en su recorrido de 27.0 km, hasta su desembocadura en el lago Alhajuela (ACP, 2006b). Se considera que su afluente principal es el río Escandaloso, otros afluentes son los ríos Longue, Diablo, Indio, Madre, Mauro y Peluca y las quebradas de La Mina, Peluca, Escondilla y Diamante. Actualmente, en esta sub-cuenca existen una estación hidrométrica (Peluca) y dos estaciones meteorológicas (Escandalosa y Peluca) de la Autoridad del Canal de Panamá (ACP, 2006a). El río Boquerón se localiza en la divisoria de aguas entre Panamá y Colón, formando parte de los corregimientos de Salamanca y Portobelo pertenecientes a los distritos del mismo nombre en la provincia de Colón y del corregimiento de Chilibre en el distrito de Panamá, provincia de Panamá.

## Historia Breve

El Camino Real Español, utilizado para cruzar el Istmo de Panamá durante el siglo 16 hasta el siglo 18, cruzaba la parte alta de la cuenca del río Boquerón, y el famoso Puente del Rey todavía existe en la parte alta de esta sub-cuenca. Pero cuando llegaron colonos panameños en los años 1940s y 1950s, el área era totalmente boscosa, sin ocupación humana. En los años 60, hasta aproximadamente 1965, solamente existían senderos de penetración a pie y a caballo, los cuales eran usados para extraer maderas comerciales, pero en forma rústica, sacando los troncos por el río. En 1972 se abrió una mina de manganeso en la parte media de la cuenca, y los inversionistas mejoraron el camino. Las operaciones de esta mina se terminaron en los años 1980s.

Aumentó la población de colonos en los 1970s y se abrió la escuela primaria de Santa Librada en 1974. En 1984 se declaró el área protegida de PN Chagres, lo que frenó la actividad de colonización agrícola. El primer centro de salud se abrió en 1975 y la escuela de Boquerón Abajo se abrió en 1989. Un sistema de agua potable se construyó entre 1992 y 1994 en Boquerón Abajo. Aunque los servicios básicos mejoraban un poco, las tasas de desempleo eran y se mantienen altas, dado que las restricciones al uso del suelo impuestas con la creación del área protegida, redujeron igualmente las oportunidades de desarrollar las actividades productivas de quienes residían en el parque antes de su declaración. Muchos jóvenes quieren salir para estudiar o trabajar, contribuyendo a un descenso en la población entre 1990 y el presente, especialmente en las comunidades más alejadas del camino y de los servicios en Salamanca--Boquerón Arriba, Peluca, y Santa Librada, Mauro y Cerro Bandera.

## Población Actual

Hay aproximadamente 395 personas viviendo en la cuenca según los datos de censo de 2000, lo cual constituye un descenso muy marcado de población desde 1990.

*TABLA 1: Población Sub-cuenca Boquerón, por Comunidades*

Comunidad	Número de personas residentes en la sub-cuenca		Porcentaje (2000)
	1990	2000	
Boquerón Abajo	207	205	52%
Boquerón Arriba	183	130	33%
Quebrada Peluca	36	11	3%
Santa Librada	234	20	5%
Mauro	<i>Sin Datos</i>	15	4%
Cerro Bandera	58	14	3%
<b>TOTAL:</b>	<b>718</b>	<b>395</b>	<b>100%</b>

Fuente: SONDEAR, 2006 (del Censo 2000)

Estas personas están distribuidas en 85 viviendas en Boquerón Abajo, Boquerón Arriba y Peluca, y 15 viviendas en Santa Librada, Mauro y Cerro Bandera. Aproximadamente 58% de la población en 2000 eran hombres y solamente 31% de la población tenía menos que 15 años, debido a que muchos jóvenes salen para estudiar. Estas estadísticas, conjuntamente con la información comparativa del censo de 1990 y el de 2000, indican que la sub-cuenca de Boquerón es un área expulsora de población.

## Salud:

Los pobladores de la sub-cuenca de Río Boquerón utilizan el centro de salud Juventina A. De Montenegro, en Sardinilla. Este centro de salud atiende casos no urgentes de enfermedades y accidentes, igual como prevención y promoción de salud. Para casos urgentes o emergencias, se atiende en la policlínica de la Caja de Seguro Social en Nuevo San Juan o en el hospital Manuel Amador Guerrero en Colón. Hay puestos de salud

en Boquerón Arriba y en Salamanca, pero estos disponen de muy pocos recursos. La comunidad de Santa Librada carece de cualquier servicio de salud por básico que sea.

TABLA 2: Principales Causas de Morbilidad Enero-Agosto 2005:  
Centro de Salud, Salamanca-MINSA

Lugar	Respiratorias	Dermatológicas	Gastrointestinales	Genito-Urinarias	Osteo-musculares
Boquerón Arriba	2	2	2	0	0
Boquerón Abajo	27	7	12	8	11

Fuente: SONDEAR, 2006

De los datos se colige que aproximadamente 20% de la morbilidad es debida a causas gastrointestinales, o sea, enfermedades asociadas con problemas en la calidad del agua o comida.

#### Economía Actual—actividades productivas

En las comunidades de la sub-cuenca la actividad económica principal es la producción agropecuaria, particularmente, la cría de animales (bovinos, caprinos, caballos, cerdos, y pollos) y los cultivos (arroz en seco, maíz, yuca, verduras, achiote, jengibre, y cítricos) a muy pequeña escala.

Se reporta que el 71% de las personas económicamente activas participan en la producción agropecuaria, mientras que algunos pocos ofrecen servicios de seguridad o manejan pequeños negocios de alimentos o otros negocios de compra y venta, incluyendo una pequeña fábrica artesanal de productos botánicos en Santa Librada. El ingreso promedio mensual para personas económicamente activa es aproximadamente \$105 /mes. No hay industrias en la sub-cuenca Boquerón, y las actividades económicas históricas de la minería de magnesio y el corte de madera ya no existen.

#### Infraestructura social: Escuelas y educación

Existen tres escuelas primarias multigrado en la sub-cuenca, una en Boquerón Abajo, una en Boquerón Arriba (estos dos con dos educadoras) y una en Santa Librada (con una sola educadora). Los niños que estudian más allá del sexto grado tienen que viajar diariamente al colegio en Salamanca, mientras que otros jóvenes se trasladan a lugares urbanos del país para seguir sus estudios. Los adultos en la cuenca tienen un promedio de cinco (5) años de educación formal, y la tasa de analfabetismo es aproximadamente nueve (9%), lo cual está por encima del promedio nacional. La mayoría de los analfabetos tienen más que 35 años de edad.

#### Agua potable, saneamiento, caminos

En la sub-cuenca de Río Boquerón existen tres sistemas formales de agua potable mediante el sistema de acueductos rurales y varios pequeños sistemas informales de agua de consumo humano. Estos sistemas proveen agua potable a 76 de las 85 viviendas en la sub-cuenca. Los residentes de los demás casas utilizan ojos de agua y quebradas para su agua.

La única vía transitable en vehículos en la sub-cuenca corre paralela al Río Boquerón, al oeste del Río mismo, la cual llega hasta el sector de Quebrada Zinc, ya que hay un puente sobre el río para ir hasta el centro del poblado de Santa Librada. Este camino es de tierra y piedra, y es utilizado por el transporte público hasta Boquerón Arriba varias veces por día. Desde Boquerón Arriba, en el camino a Santa Librada, la calidad del camino se deteriora marcadamente y sólo es transitable en vehículo de doble tracción en verano, su mayor uso es por personas a pie o a caballo. Las comunidades pequeñas de Quebrada Peluca, Río Mauro y Cerro Bandera no son accesibles por caminos, solamente a caballo o mula.

*TABLA 3: El Acceso a Saneamiento, Agua, Electricidad en la Sub-Cuenca Boquerón*

<b>Comunidad:</b>	<b>Num. casas</b>	<b>Cocina con Lena</b>	<b>Agua Potable</b>	<b>Letrinas</b>	<b>Electricidad</b>
Boquerón Abajo	49	36	46	49	1
Boquerón Arriba	33	23	30	33	0
Qda. Peluca	3	2	0	3	0
Santa Librada	7	6	1	7	1
Otros	8	7	3	7	2
<b>TOTALES:</b>	100	74	80	99	4
Porcentaje:	---	74%	80%	99%	4

Fuente: SONDEAR, 2006 (del Censo 2000)

Las comunidades de la sub-cuenca del Río Boquerón carecen de electricidad, con la excepción de cuatro familias que cuentan con paneles solares. Cocinan con leña y utilizan pequeñas lámparas de kerosene para iluminar sus casas. Pero tienen un alto nivel de letrinización y la gran mayoría se benefician de sistemas de agua potable por gravedad.

### 3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y BIOLÓGICAS DE LA MICRO-CUENCA

#### Clima:

El clima en esta área es tropical con alta pluviosidad. La precipitación anual en la sub-cuenca de Boquerón varía de 2000-4500mm, con mayor lluvia en las alturas mayores. Hay una distribución de lluvias en todos los meses del año, mientras los meses de Enero-Febrero-Marzo tienen la menor cantidad de lluvias. Específicamente, la estación pluviográfica del ACP-Peluca, a 107 msnm, mantiene un promedio de precipitación anual de 2815mm, y la estación pluviográfica de La Escandalosa, a una altura de 480 msnm, mantiene un promedio de 3479mm (ambos en los años 1986-1995 según Louis Berger, 2000). La temperatura media anual es de 26.3 grados C a 100 msnm, bajando a 24.1 grados C a los 500 msnm.

#### Topografía:

La sub-cuenca del Río Boquerón tiene una superficie de aproximadamente 102 km<sup>2</sup>. El Río Boquerón nace en la parte alta de la Sierra Llorona (Cerro Johnson) a 240 msnm, y corre de norte al sur hasta el Lago Alajuela. Tiene una longitud total de 27 km. Existen montañas en el límite noroeste de la cuenca (cerca de Cerro Bruja) que alcanzan más de 600 metros de altura, pero estos no están en el nacimiento mismo del río. La estación hidrométrica Peluca se ubica 7.4 km aguas arriba de la desembocadura del Río Boquerón en el Lago Alajuela, reduciendo el área de captación en el sitio de la estación hidrométrica a 91 km<sup>2</sup>.

*TABLA 4: Datos Topográficos de la Sub-Cuenca Boquerón*

Sitio	Área de Sub-Cuenca	Elevación mínima	Elevación máxima	Longitud del río
Embocadura (Lago Alajuela)	102 km <sup>2</sup>	73 m	240 m	27 km
Estación Peluca (sitio hidrométrico de ACP)	91 km <sup>2</sup>	107 m	240 m	20 km

Source: ACP, 2006; CATHALAC, 2008

Aunque la sub-cuenca del Río Boquerón no alcanza alturas muy elevadas, la topografía es muy escarpada, con pocas áreas planas en toda la sub-cuenca, y pendientes medianas a fuertes en la mayor parte de su territorio.

#### **MAPA Topográfico (a incluir en Anexo)**

#### Geológica: Geomorfología, Tipos de Roca

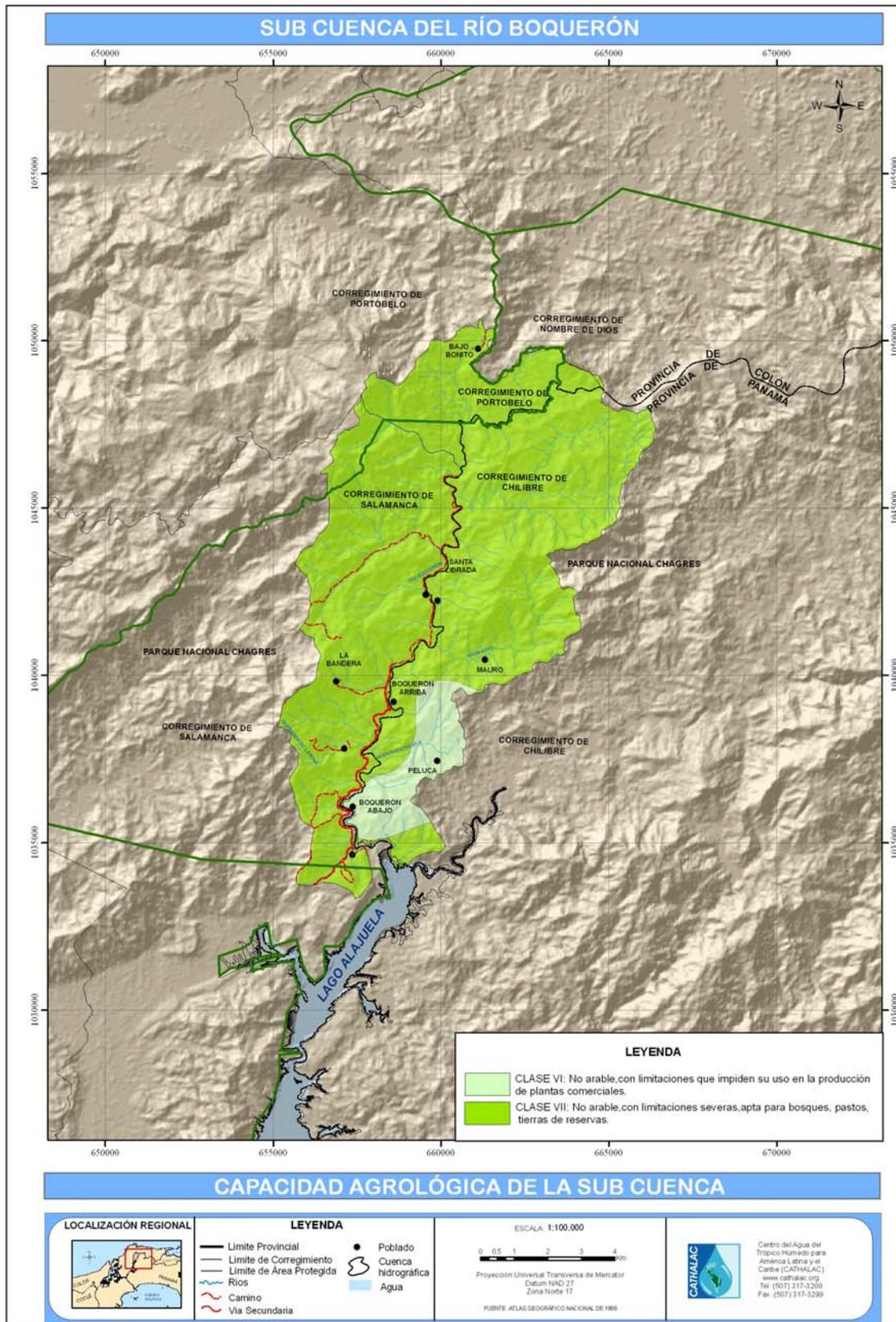
La sub-cuenca del Río Boquerón se compone de secuencias de rocas sedimentarias de la edad del Mioceno al Holoceno, depositadas sobre rocas volcánicas de la edad pre-Terciaria. En ciertos lugares las rocas volcánicas antiguas están expuestas. La geología mixta sedimentaria-volcánica ha sido complicada por fallas y procesos tectónicos que resultan en una topografía muy montañosa y varias unidades de rocas expuestas en áreas relativamente pequeñas. Sobre esta geología superficial, existe una red de drenajes superficiales muy densa, resultando en un paisaje muy disectada, con suelos poco profundos. En la parte extremo sur-oeste de la sub-cuenca hay un afloramiento de roca calcárea, que neutraliza los suelos ácidos en este lugar.

#### Suelos: tipos y capacidad de uso

Los suelos de la sub-cuenca Boquerón son mayormente suelos ácidos, poco profundos, altamente lixiviados por la abundante precipitación de la zona. Estos suelos ácidos tienen limitaciones severas para la producción de cultivos, debido a su acidez, poca saturación de bases y toxicidad de aluminio (relacionado a acidez). Más

allá de los problemas de química de suelos, hay limitaciones severas de topografía, siendo un área montañosa disectada con muchos drenajes superficiales y con terrenos de mediana a alta pendiente.

El mapa de capacidad de uso de suelos (CATHALAC, 2008) indica que la gran mayoría, más del 90% del terreno de la sub-cuenca es de Clase VII (sistema USDA). La Clase VII en este sistema de capacidad de tierras, indica tierras con severas limitaciones y peligros cuando son utilizadas para producción pecuaria o forestal. Por esta razón, cuando hay un régimen de lluvias abundante, como en esta sub-cuenca, las tierras de Clase VII son recomendadas como aptas para cobertura forestal permanente. Las tierras de Clase VI, que existen en la sub-cuenca solamente en una área limitada (menos que 10% de la superficie total) al este de Boquerón Abajo y cerca de Peluca, son aptas para usos de pastoreo o forestales, pero con limitaciones permanentes y severas requiriendo mucha atención a las prácticas de conservación y mantenimiento de cobertura permanente. Ver mapa en la página siguiente.



### Hidrográfica—datos morfométricos y de geomorfología fluvial

El Río Boquerón es un río de cuarto orden (4) drenando una cuenca de 102 km<sup>2</sup>. La pendiente del río es de solamente 0.006 m/m sobre los 27 kilómetros de longitud del mismo, lo que es muy poco para un río en un área montañosa. En la parte alta y media de su curso, el río Boquerón está inserto en el paisaje. En la parte media y parte baja de la cuenca tiene una pequeña planicie de inundación en ciertos tramos, y en otras partes forma un cañón inserto en el paisaje. El curso del río está controlado verticalmente por roca madre.

El substrato del río es de piedras grandes a medianas en la parte media, con material aluvial más pequeña (rocas y gravas) en la parte baja. El Río Boquerón transporta una cantidad relativamente alta de sedimentos suspendidos. El estudio del PMCC (1999) reportaba que el Río Boquerón transportaba un promedio de 870 toneladas/km<sup>2</sup> (sedimentos suspendidos) durante el período 1981-1994, mientras que el estudio de Louis Berger (2000) reportaba 555 ton/km<sup>2</sup>/año para los años 1987-1995.

*TABLA 5: Aporte de Agua y Sedimento por Sub-Cuencas Principales (1987-1995)*

Sub-Cuenca y estación hidrométrica	Superficie (km <sup>2</sup> )	Producción de Agua (Mm <sup>3</sup> /año)	Rendimiento De Agua (m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> )	Producción de Sedimento (toneladas/año)	Rendimiento de Sedimento (Ton/km <sup>2</sup> /Año)
Alto Chagres-Chico	414	9.98	24,110	100,188	242
Pequeni-Candelaria	135	4.16	30,790	54,675	405
<b>Boquerón-Peluca</b>	<b>91</b>	<b>2.63</b>	<b>26,300</b>	<b>50,505</b>	<b>555</b>
Gatún-Ciento	117	2.12	18,090	35,802	306

Source: Louis Berger, 2000.

Una característica del Río Boquerón es que los sedimentos transportados tienden a formar “playas” al interior de las curvas del curso del río; estas “playas” consisten de pequeñas piedras y gravas (Rosgen Tipo C-1). Además, en la embocadura del río en el lago Alajuela, se forma bancos o “playas” enormes de sedimentos más finos (arenas finas a limos) que son utilizadas en época seca para agricultura, pero normalmente están inundadas por el Lago durante la época más lluviosa.

La razón para el rendimiento alto de sedimentos en la sub-cuenca Boquerón no es conocido, pero se sospecha que existe tendencias a deslizamientos en la parte alta de la sub-cuenca que generan muchos sedimentos al río (PMCC, 1999).

### Hidrología-- descarga anual, caudales extremos e inundaciones

El caudal promedio anual del Río Boquerón, medido por el ACP en la estación hidrométrica de Peluca, fue de 7.57 m<sup>3</sup>/segundo en el período 1933-2005 (Ibañez, 2007). Cuando se relaciona este caudal a un balance hídrico anual, se nota que la sub-cuenca del Río Boquerón descarga aproximadamente 2800 mm de lámina de agua anual, o 75% de la lluvia que cae en la sub-cuenca, mientras que el otro 25% (1100mm) resulta ser evapotranspiración (Louis Berger, 2000).

El caudal mínimo mensual en Río Boquerón tiende a ser entre dos (2) y cinco (5) metros cúbicos por segundo, interrumpido por caudales picos muy rápidos y altos que alcanzan más que 100 m<sup>3</sup>/segundo como promedio diario y alcanzan más que 500 m<sup>3</sup>/seg como máximos instantáneos. El caudal mínimo diario el año 2006 fue de 1.03 m<sup>3</sup>/segundo el día 23 de Marzo y el caudal máximo diario fue de 109 m<sup>3</sup>/segundo el 27 de Mayo (ACP, 2007).

Los cambios extremadamente rápidos de caudal se pueden apreciar analizando los caudales de Mayo, 2006. El caudal promedio el día 25 de Mayo fue de 2.5 m<sup>3</sup>/segundo, pero una tormenta fuerte causó una inundación que alcanzó un caudal máximo instantáneo de 557 m<sup>3</sup>/segundo el día 27 de Mayo, y un promedio diario de 109 m<sup>3</sup>/segundo ese mismo día. El próximo día, 28 de Mayo, el caudal promedio diario había bajado a

solamente 12 m<sup>3</sup>/segundo (ACP, 2007<sup>a</sup>). Estas inundaciones “relámpago” son peligrosas e indican que la sub-cuenca tiene muy poca capacidad para absorber y retener agua de lluvia. Probablemente esta situación existe porque los suelos son muy superficiales y no tienen mucha capacidad de almacenamiento del agua.

#### Calidad de Aguas

La calidad del agua en el Río Boquerón en general es buena. Es una agua alcalina (pH 8.4, con alcalinidad de 69 mg/L) y clara durante la época seca (turbidez de 0.1 a 2.0). El “Informe de Calidad de Agua en la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá,” de la ACP, años 2003-2005, incluye las siguientes datos para la estación Peluca para parámetros indicadores de contaminación:

TABLA 6: *Calidad de Agua en Peluca, Río Boquerón, 2003-2005 (n=34)*

Parámetro	Unidad	Promedio	Mínimo	Máximo
Temperatura	°C	25.5	23.8	27.9
Oxígeno disuelto	Mg/l	8.5	5.9	9.85
Turbidez	NTU	5.7	0.3	85.0
Nitratos	Mg/l	0.091	0.003	0.26
Fosfatos	Mg/l	0.021	0.002	0.042
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	912	5	15,648

Fuente: ACP, 2006

Se observa que el nivel de nutrientes (nitratos y fosfatos) es muy baja, y esto es lo que se espera de una sub-cuenca mayormente boscosa, porque los bosque retienen sus nutrientes mucho mejor que suelos agropecuarios o áreas urbanizadas. La turbidez promedio (5.7 NTU, un indicador de la geología y el uso actual del suelo, es generalmente baja, indicando poca influencia humana. Pero se nota que la turbidez del Río Boquerón es más alta que la del Río Pequení (turbidez 2.7 NTU).

El oxígeno disuelto es generalmente muy alto, lo cual es muy favorable para la vida acuática. El nivel mínimo de 5.9 mg/L, por ser debajo de 6.0 mg/L, puede considerarse como un nivel sub-óptimo para muchas especies acuáticas adaptadas a ambientes “lóticos” (de ríos que corren rápidamente), pero no es un nivel peligroso.

El nivel de la bacteria *Escherichia coli* (E.coli) indica contaminación con heces. Es algo elevado, y se nota que tiene un máximo bastante alto (15, 648 NMP/100ml), indicando mucha variabilidad en este parámetro y algunos momentos de contaminación preocupante. Normalmente *E.coli* indica la presencia de material fecal de mamíferos en el agua de animales domésticos o humanos. En el caso de los niveles elevados en el Río Boquerón, es probable que sea un dato durante una tormenta que lavo muchos heces de animales bovinos y caballos al río. Es posible que indique contaminación con heces humanos, pero hay bastante letrinizacion en la zona. Se nota que el promedio de *E.coli* en Boquerón es bastante más alta que en Río Pequení (912 vs. 359).

#### Biodiversidad: Ecosistemas actuales y especies

Los ecosistemas importantes en la sub-cuenca del Río Boquerón incluyen varios tipos de bosques tropicales, distinguidos por altura: bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo premontano, bosque muy húmedo tropical, y bosque pluvial premontano, ordenados desde tierras bajas a tierras altas (Ibañez, 2007). Se incluyen bosques maduros en las partes altas de la sub-cuenca, y muchos bosques secundarios en varias etapas de regeneración. Además hay ecosistemas acuáticos, incluyendo ríos, riachuelos y pantanos.

La diversidad de especies de flora y fauna es muy alta en esta región de Panamá. Se encuentra aproximadamente 900 especies de plantas en el Parque Nacional Chagres, con más que 100 especies endémicas. La riqueza de especies de plantas es especialmente alta en los cerros (por ejemplo cerca de Cerro Bruja en el extremo noroeste de la sub-cuenca Boquerón). La diversidad relativa de especies de fauna en las sub-cuenca Boquerón-Pequení se estima por los datos en la siguiente tabla:

TABLA 7: *Riqueza de Especies de Fauna Terrestre por Grupo Taxonomico*

Área	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios
Todo Panamá	255	950	229	176
Parque N Chagres	114	396	95	79
<b>Tierras bajas Boquerón-Pequeni</b>	<b>77</b>	<b>320</b>	<b>41</b>	<b>51</b>
Montañosa Occidental (Sierra Llorona-Cerro Bruja)	51	109	23	45

Fuente: ANAM/TNC, 2005, “Parque Nacional Chagres, Plan de Manejo,” Capítulo 3.

Se nota que los bosques de tierras bajas son muy importantes por su riqueza de mamíferos, aves y anfibios, y el área montañosa occidental es muy importante por su riqueza de anfibios (y plantas).

#### Biodiversidad Acuática:

Los especies nativas de peces, crustáceos, y moluscos (por ejemplo cangrejos, camarones y almejas) son un componente muy importante del ecosistema “lótico”—o sea los ríos—y son un elemento de la biodiversidad muy apreciado por los residentes de la cuenca, porque son un alimento valioso. Estas especies merecen más atención en los planes de conservación de la biodiversidad y particularmente en los planes de manejo de sub-cuencas.

Existen aproximadamente 36 especies nativas de peces en el Río Chagres y sus afluyentes, de los cuales, 27 son primarios y secundarios, 9 son periferales (migran a través de aguas marinas), y hay 5 especies adicionales que invadieron desde aguas dulces de la vertiente Pacífica a través del Canal de Panamá (Smith, et.al., 2004). Estas especies nativas son de ríos y no incluyen especies únicamente encontrados en el Lago Gatun (*Tarpon* sp.) ni especies introducidas. Las familias representadas en los peces de agua dulce del Chagres son *Characidae* y *Poeciliidae*, y hay 31 géneros representados. De las especies de agua dulce registradas en el Chagres, aproximadamente 70% se encuentran también entre las 44 especies de los Ríos Indio/Coclé de Norte, etc. muestreados en estudios recientes en la vertiente atlántica (ACP, 2007b).

Aparentemente todas las especies de peces de agua dulce reportadas por los estudios de Meek y Hildebrand antes de la construcción del Lago Gatún (1911-1913) todavía existen en el Río Chagres, o sea no ha habido extinciones documentados de peces de agua dulce (Smith, et. al., 2004). Pequeños ríos afluyentes como el Río Frijolito en el Parque Nacional Soberanía todavía reportan la mayoría de los especies de la Cuenca Chagres— allí hay 26 especies reportadas (Kramer, 1978). Se espera que los otros ríos afluyentes al Chagres como el Boquerón también tendrán una fauna psícota de esta misma diversidad (20-35 especies), pero hay pocos estudios. Este es un campo que debe ser investigado en el futuro cercano.

Otros datos de la ACP reportan que en la cuenca Occidental (Río Coclé/Indio, etc.) existen por lo menos siete (7) especies de crustáceos nativos (camarones de río y cangrejos de familias *Palaemonidae*, *Atyidae*, *Pseudohelphysidae*, *Portunidae*, y *Grapsidae*), pero el inventario de la Cuenca Oriental del Canal (Río Chagres) solamente descubrió tres (3) especies de crustáceos (ACP, 2007).

Los ecosistemas acuáticos del Río Chagres fueron alterados por la construcción del Lago Gatún y Lago Alhajueta, que cortó la conexión fluvial con el Caribe. Esto es importante ecológicamente hablando porque varios especies de crustáceos de agua dulce (ej. *Macrobrachium*) y algunos peces requieren migraciones entre el agua dulce y el estuario salino en diferentes etapas de su ciclo de vida. Estas migraciones probablemente han sido afectados por los embalses, igualmente, como se ha demostrado con estas mismas especies en Puerto Rico y los EEUU (Bowles, et.al., 2000). También, la introducción de especies invasoras como el sargento (*Cichla ocellaris*) ha hecho daño a los especies de peces nativas, especialmente en el Lago Gatún pero no tanto en los ríos (Zaret and Paine, 1973; Smith, et.al. 2004).

Existen varias especies de aves y mamíferos acuáticos que se alimentan de los peces y otras especies acuáticas en los ríos de Panamá. El mamífero que se llama “nutria” (*Lontra longicaudis*) todavía se encuentra en el Parque

Nacional Chagres, pero su presencia en el Río Boquerón no esta confirmada. Varias aves como el cuervo *Phalacrocorax olivaceus*, las garzas *Agamia agami*, *Tigrisoma lineata*, *Tigrisoma fasciatum*, *Butorides virescens*, the sunbittern, *Eurypyga helias*, y los cinco (5) especies de martín pescador, *Ceryle torquata*, *Chloroceryle americana*, *Chloroceryle amazona*, *Chloroceryle inda*, *Chloroceryle aenea*, se alimentan de peces y otros organismos del agua dulce. Todos estos puedan ser indicadores de la salud del ambiente en el Río Boquerón.

## 4. USO ACTUAL DE LOS RECURSOS NATURALES

### 4.1 Usos del Recurso Agua

La sub-cuenca Boquerón es parte del sistema hídrico que provee agua potable a las ciudades de Colon y Panamá, y agua para operar el Canal de Panamá, ambos a través del Lago Alajuela. La sub-cuenca de Boquerón provee 253 Mm<sup>3</sup> de agua anualmente, de los 4390 Mm<sup>3</sup> que produce la Cuenca del Canal, o sea el 5.8% del total (PMCC,1999).

El Río Boquerón también provee agua para la navegación local, para mantener el ecosistema acuático local, y para el turismo local. El Río Boquerón es un destino preferido en la región por el turismo nacional, especialmente los turistas de mediano y bajos recursos de la ciudad de Colon quienes desean un balneario natural y limpio con agua clara, en un ambiente agradable y relativamente seguro. Su accesibilidad, los pequeños caudales del Río Boquerón en época seca, y las amplias playas, son parte de su atracción como un sitio preferido para bañistas entre diciembre a marzo, que corresponden a la temporada seca en el país. El uso directo del agua de la sub-cuenca por tres sistemas de agua potable local principales (Santa Librada, Boquerón Arriba y Boquerón Abajo), y varios sistemas pequeños rústicos, los cuales utilizan como fuentes las vertientes en las partes altas de la sub-cuenca, es otro uso importante del uso del agua.

TABLA 8: *Acueductos Rurales en La sub-cuenca Boquerón*

	Lugar	Propiedad donde se ubica la toma	UTM	UTM
1	<b>Boquerón Abajo ( 2 tomas)</b>	Finca Sres. Bolívar Hernández y Francisco Guevara	655644.00	1036962.00
3	<b>Boquerón Arriba</b>	Finca Sr. Francisco Guevara	656232.00	1037300.00
4	<b>Santa Librada</b>	Quebrada sin nombre	658088.00	1040363.00
37	Boquerón Abajo	Finca Sr. Luis Solís	656450.00	1034777.00
38	Boquerón Abajo	Finca Sr. Eligio González	658026.00	1036078.00
39	Boquerón Abajo	Finca Sr. Luisa Quintero	657429.00	1037153.00
40	Mauro	Finca Sr. Minerva González	660477.00	1041378.00
41	Boquerón Abajo	Finca Sr. Mario Rodríguez	657564.00	1037426.00
42	Boquerón Abajo	Finca Sr. Héctor Cerrud	657914.00	1035486.00
43	Boquerón Abajo	Finca Sr. Carmelo Medina	659375.00	1035101.00
44	Santa Librada	Finca Sr. Rosa De León	657597.00	1041415.00
45	Santa Librada	Finca Sr. José Pio Martínez		
46	Peluca	Finca Sr. Paulina Castro	661313.00	1038356.00
47	Peluca	Finca Sr. Belisario Sánchez	660480.00	1038659.00

Fuente: CEPESA, 2007, capítulo 5.

En la ganadería, se utilizan los ríos y quebradas como fuentes de agua para las reses, que hacen senderos hacia las fuentes de agua más accesibles en los poteros. Los sitios de abrevadero utilizados por el ganado, por el efecto del frecuente uso, típicamente se caracterizan por suelos compactados o erosionadas. Frecuentemente hay cárcavas, muchos sedimentos y lodo escurriéndose hacia el agua, y mucha concentración de heces de ganado, convirtiéndose estos sitios en focos de contaminación del recurso hídrico (CEPSA, 2007).

### 4.2 Usos Actuales del Suelo

La sub-cuenca del Río Boquerón ha sido ampliamente intervenida, especialmente en los últimos 50 años, por colonos buscando tierras nuevas. Estos colonos deforestaron aproximadamente la mitad de la sub-cuenca

para hacer potreros, con énfasis en la parte baja (sur) durante los 1960s y 1970s. En 1984 se declaró toda la sub-cuenca parte de Parque Nacional Chagres (mayor parte) y del Parque Nacional Portobelo (un pequeño porcentaje), y la ANAM gradualmente logró frenar la ampliación de potreros.

Actualmente, la población de la sub-cuenca está en descenso, mientras que muchas personas migran a las ciudades de Colon y Panamá, o otras partes más accesibles de la Cuenca del Canal. Por esta razón, la sub-cuenca Boquerón esta en una fase de reforestación natural, a través del proceso de establecimiento de “rastros” y después, bosques secundarios. La situación de uso del suelo en 2004 fue analizada en un estudio reciente, utilizando la interpretación de imágenes de satélite y explicada en el cuadro abajo:

*TABLA 9: Uso del Suelo 2004 en la Cuenca de Río Boquerón*

<b>Uso del Suelo</b>	<b>Porcentaje de Sub-cuenca (%)</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>
Bosque maduro	54.54	55.6
Bosque secundario	28.12	28.7
Matorrales y rastros	12.12	12.4
Pastizales	2.92	3.0
Paja canalera	1.94	2.0
Suelos desnudos	0.09	0.9
Agua	0.05	0.05
Centros poblados	0.01	0.01
Sin información	0.20	0.20
Totales:	99.99%	102 km

Fuente: CATHALAC, 2008

La actividad económica mas importante en el área es la agropecuaria, especialmente la producción de bovinos para carne. Sin embargo, el área actualmente detectada como en “pastizales” es muy pequeña (300 hectáreas). Es probable que hay muchos mas terrenos en potreros que lo indicado, porque algunos potreros incluyen árboles y parecen matorrales o bosques secundarios en las imágenes de satélite. Es previsible que otras áreas de rastros están siendo utilizados para ganadería aunque no parecen ser pastizales en las imágenes de satélite.

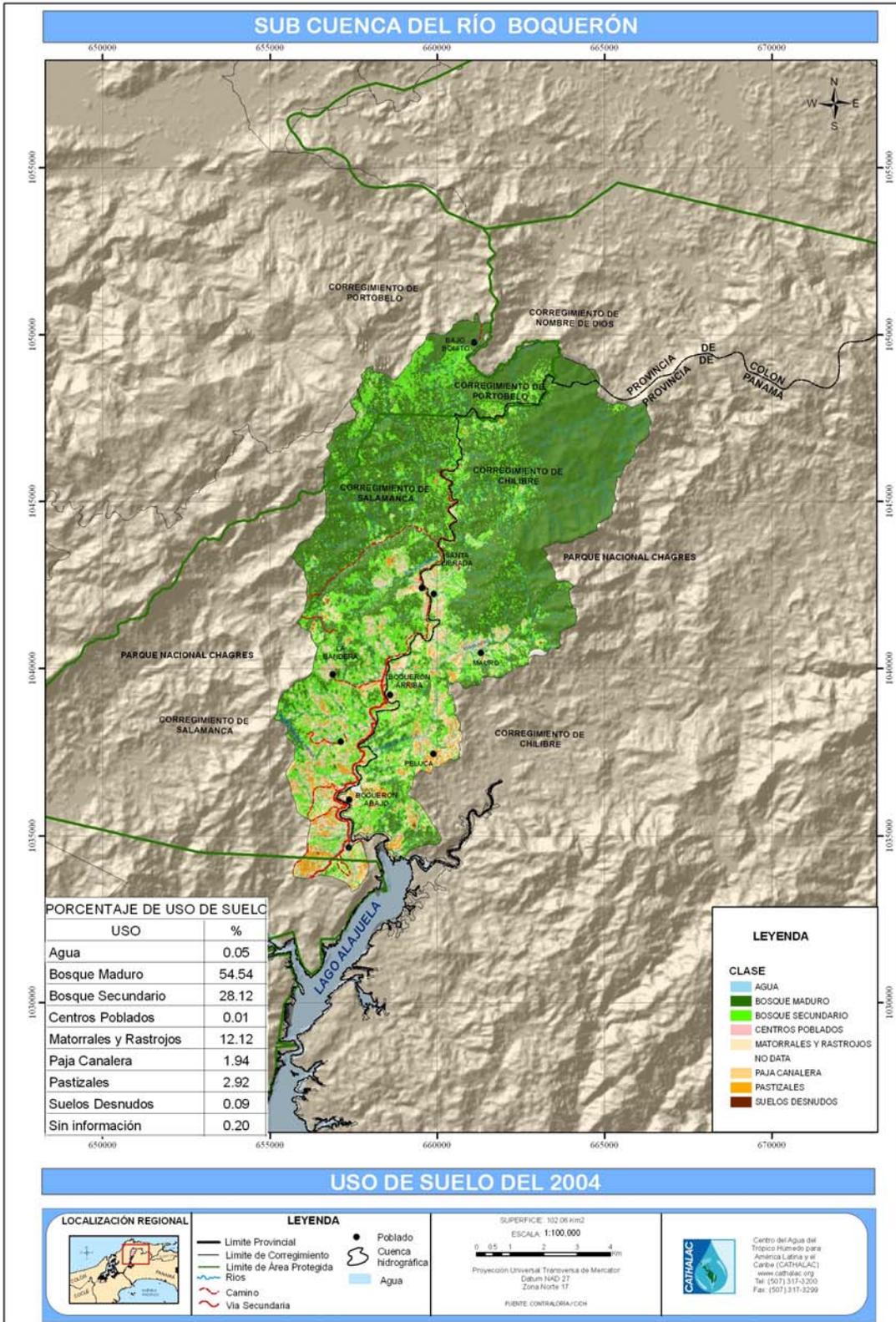
Para comprobar esta tesis, el censo ganadero elaborado para la preparación del Plan de Manejo del Parque Nacional Chagres (ANAM/TNC, 2005), contó 47 fincas ganaderas en la sub-cuenca Boquerón, con aproximadamente 753 cabezas de ganado bovino. Para alimentar esta cantidad de ganado con los sistemas de pastoreo típicos de la zona, es necesario tener entre 750 y 1000 hectáreas de pastizales, lo cual es dos a tres veces más que lo indicado en el mapeo.

Es importante notar que en las imágenes no se detectó ninguna área bajo cultivos anuales, lo que indica la muy pequeña escala de este uso del suelo en la zona. Ver mapa en la página siguiente.

### Desarrollo Agropecuaria

#### Ganadería:

La principal actividad agropecuaria en la sub-cuenca de Boquerón es la ganadería extensiva. Como se menciono arriba, en un censo en 2005 existían aproximadamente 750 cabezas de ganado bovino en 47 fincas en la sub-cuenca, con una población mucho menor de ovinos/caprinos, caballos y porcinos (ANAM/TNC, 2005). Esto es equivalente a un promedio de 16 cabezas de ganado bovino en cada uno de las 47 fincas de la zona. En otro estudio en 2007 (CEPSA, 2007) se reportaron 1,503 cabezas de bovinos en 62 fincas en la sub-cuenca, incluyendo Boquerón Abajo, Boquerón Arriba, Santa Librada, Peluca, y Mauro los lugares más importantes en cuanto al número de bovinos, en orden descendiente.



El nivel de desarrollo agropecuario en la sub-cuenca del Río Boquerón es muy bajo. Esta situación existe por varias razones: 1) los suelos son de poca fertilidad, debido a alta acidez y las pendientes abruptas; 2) el acceso a las áreas productivas es muy malo; no hay puentes ni una vía transitable todo el año lo que requiere de un mulo o caballo para movilizarse; 3) por la misma falta de transporte no hay buenas perspectivas de transporte ni de insumos ni de productos de las cosechas; 4) ANAM, el administrador del Parque Nacional Chagres, no apoya el mejoramiento de infraestructura de caminos para aumentar la producción y transporte de productos agropecuarios dentro de áreas protegidas.

La ganadería es una opción viable para las personas que viven en esta zona, por varias razones. El bovino es un animal que se puede mantenerse en el área con un mínimo de cuidado, poca mano de obra y relativamente poco capital. Además, los animales puedan trasladarse al mercado a pie y no requieren de caminos. No solamente producen ganado bovino en esta zona, sino también algunas personas manejan caprinos y aún ovejas, aunque en una escala mínima. Caballos y mulos son comunes, debido a su importancia para el transporte.

La limpieza de malezas y matorrales, hecho de forma manual, y la preparación de tierras para sembrar pastos, especialmente para renovar los pastizales, es la labor más costosa de la ganadería. Normalmente requiere el uso de herbicidas, con glyphosate (RoundUp) y paraquat (Gramoxone) las herbicidas más comunes (MIDA, 2007). Aunque el pasto más común en el área es la ratana (*Ischaemum inidcum*), los pastos mejorados (*Brachiaria* sp.) también son populares por las personas que tienen algo de capital o asistencia económica, porque la semilla y el costo del establecimiento de pastos mejorados es costoso.

#### Agricultura:

La producción agrícola es muy común en Boquerón, tal como la mayoría de las familias en este sector del PN Chagres reportando que están involucrados en agricultura. Los suelos más fértiles son los “pampones” o áreas inundables en la desembocadura del río con el Lago Alajuela, donde siembran aproximadamente 40 familias (CEPSA, 2007). Allí se cultiva maíz y zapallos a nivel comercial durante la temporada seca del año cuando el Lago está bajo.

La mayor parte de la agricultura en la sub-cuenca de Boquerón es de roza y quema en áreas que deberían ser destinadas a bosques. Normalmente las familias cultivan una área pequeña (de una hectárea o menos) solamente uno a tres años y después dejan los suelos en descanso (rastrajo). Aunque los agricultores prefieren dejar los suelos 7-10 años en rastrajo para renovar su fertilidad, ANAM solamente da permisos para “socuela de rastrajo”---o sea cortar los árboles--de cinco años o menos de edad dentro del Parque Nacional (CEPSA, 2007), lo que de forma indirecta induce al productor a buscar nuevas tierras para mantener su sobrevivencia. Esta agricultura de roza y quema no es de mucha importancia comercial, con la excepción de pequeñas cantidades de yuca, otros tubérculos (ñame, ñampí, otoi, yuca), plátano, jengibre, y recientemente algunas hortalizas (cebollina, tomate, apio, cilantro, ají, albahaca). En algunos pocos casos, hay también cultivos perennes como café, achiote, o cítricos a pequeña escala, pero no es una zona importante productora de estos cultivos.

#### Tenencia de tierras y mercado de tierras

Según recientes estudios de tenencia de tierras dentro del Parque Nacional Chagres, el área de Boquerón-Pequeñí-Santo Domingo es donde se concentra casi la mitad de las tierras agro-pecuarias dentro del Parque. En la zona de “Boquerón” (aquí se refiere a la sub-cuenca Boquerón y las áreas cercanas de Santo Domingo, La Llana, Sierra Llorona, Mono Congo, La Bonga, La Bandera, La Candelaria, Qda. San Antonio, San Juan Rural) se ubican 534 predios o fincas, de los cuales 505 son de razón social “natural”—o sea son propiedades de derechos de uso, sin títulos de propiedad ni ninguna otra figura legal que confiera alguna propiedad del suelo (CEPSA, 2007). De estas 534 fincas, 140 están dedicadas a la actividad ganadera. Se estima que estas 140 fincas ganaderas ocupan 7,919 hectáreas (promedio de 56 hectáreas por finca) y utilizan 4,247 hectáreas específicamente para ganadería.

La encuesta realizada por ANAM/TNC también indicó que solamente 45.6% de los propietarios de esta zona de que incluye Boquerón y otras poblaciones de las subcuencas de Pequení y Gatún reside actualmente en los predios. Muchos de los que si residen en la sub-cuenca tienen entre 50 y 60 años de edad, y sus hijos con frecuencia no viven dentro del área, ni tienen interés en la producción agropecuaria, por la falta de oportunidades de empleo, ingresos y educación. Por estas razones, hay mucha tendencia de abandonar los predios, o venderlos. Aunque las propiedades sin título y dentro del PN Chagres no parecen muy fácilmente vendibles, y no hay datos sobre recientes compra y venta, el tema por la propiedad del suelo en ésta y otras sub-cuencas del Parque Nacional Chagres, es uno de los de mayor relevancia para los moradores locales, lo que estaría significando que el mismo se ha convertido en un serio conflicto.

#### Actividad industrial, forestal y minera

En los años 1970 existió una mina de manganeso en la sub-cuenca Boquerón, la cual está abandonada desde hace muchos años. Actualmente no existe ninguna concesión minera vigente en el Parque Nacional Chagres, incluyendo la sub-cuenca Boquerón, sin embargo, si hay permisos de exploración para mineral calizo otorgados por la Dirección de Recursos Minerales del Ministerio de Comercio e Industrias, incluido uno relativamente cercano a la parte alta de la sub-cuenca de Boquerón.

En el sector forestal, existe una sola plantación forestal privada de Eloy Zúñiga en Santa Librada. Está reportada como una plantación de teca y roble de 20 hectáreas, de 8 años de edad sembrada en 1999.

#### Micro-empresas, talleres y otras actividades productivas

La sub-cuenca del Río Boquerón no es urbanizada o industrializada, ni siquiera con pequeños talleres. No hay actividades económicas de procesamiento ni fabricación que tienen descargas líquidas y no hay sitios de deposición de residuos sólidos, aparte de los sitios manejados por cada familia dentro de su propiedad. Se observa el área libre de basuras y desperdicios.

#### Infraestructura vial, y su impacto en los recursos naturales

El Ministerio de Obras Públicas reporta que existe un proyecto de mejoramiento de camino recientemente terminado para unir Salamanca y Boquerón Abajo. Este proyecto incluye 9.75 kilómetros de camino revestido con material granular (grava). Este camino se acerca al Río Boquerón cerca de su desembocadura, y sigue la ribera oeste del Río hacia el norte (dentro de la sub-cuenca). El camino normalmente mantiene una distancia significativa del río, y aparentemente no está sujeto a daños cuando el Río Boquerón sube durante inundaciones, ni hay evidencia de daños al río debido a erosión del camino. Tiene estructuras de drenaje para los pequeños riachuelos que entran al río por el oeste.

Un camino transitable, y con drenajes adecuadas, sigue de Boquerón Abajo hasta Boquerón Arriba. Más al norte, siguiendo el camino hacia Santa Librada, el camino se deteriora y no hay drenajes ni puentes sobre varias quebradas. El transporte público, en forma de autobuses interurbanos, solamente llega hasta Boquerón Arriba. La gran mayoría de personas que van a Santa Librada, van a caballo o a pie, tal como se hizo referencia en párrafos anteriores.

En total, se estima que en la sub-cuenca de Boquerón hay dos kilómetros de camino mejorado con material granular de 6 metros de ancho. Hay aproximadamente otros 5 kilómetros de camino mantenido por las comunidades (hasta Boquerón Arriba), y después hay otros cinco kilómetros de camino sin mejoras (drenajes, grava, etc.) y en muy mal estado (no transitable después de lluvias fuertes). No hay un puente sobre el Río Boquerón y para ir a Santa Librada Centro, Peluca, Mauro, o San Juan de Pequení por vía terrestre, se tiene que cruzar el río y avanzar a pie o a caballo.

### **4.3 Uso de la Bio-diversidad en la Sub-cuenca**

### Estado de hábitats naturales terrestres

Los hábitats naturales terrestres, particularmente los bosques, están en un estado mayormente intacto en la parte norte de la sub-cuenca. En la parte media y sur de la misma, existe una fragmentación severa del hábitat natural de bosque tropical, debido a los numerosos potreros y rastrojos formados durante los últimos 50 años. Se nota que aproximadamente 45% de los bosque originarios de la sub-cuenca han sido transformados en bosques secundarios, matorrales, rastrojos, paja canalera, potreros con pastizales y otros usos de menor utilidad como hábitat natural (CATHALAC, 2008).

Las especies terrestres de vida silvestre han sufrido una disminución en diversidad y abundancia, particularmente las especies que requieren bosques no intervenidos y/o poca presión de caza para sobrevivir. En este sentido, en estudios sociales con los residentes de la parte baja de la sub-cuenca de Boquerón tienen la percepción de que muchas especies anteriormente presentes (por ejemplo, en los años 1960s y 1970s), ya no se encuentran en esta parte del Parque-- ejemplos de estos casos son: jaguar, puerco de monte, tapir, ciertos monos, águila harpía, pavos (SONDEAR, 2006). No hay una investigación científica que sustente estas percepciones, lo cual sería de interés realizar para actualizar el valor de biodiversidad de especies dentro de la sub-cuenca.

Se nota que todavía existe caza de animales en esta sub-cuenca, especialmente en las partes más lejanas, por ejemplo de Santa Librada hacia aguas arriba. Los cazadores frecuentemente son personas que vienen de fuera para cazar en forma deportiva--lo cual es ilegal (SONDEAR, 2006). También ciertas personas locales cazan animales silvestres para comer su carne--venado, zaino, conejo pintado y pavas, lo cual es permitido por el reglamento de cacería dentro parque-- o para proteger su ganado de la depredación (por ejemplo contra el jaguar).

### Estado de hábitats acuáticos (ecosistemas lóticos)

La calidad físico-química del agua en el Río Boquerón es bastante buena, inclusive desde el punto de vista de la vida acuática--la temperatura promedio es de 25 grados, el oxígeno disuelto en promedio es de 8.5 mg/L, y hay pocos nutrientes presentes (Ver Tabla 7). Sin embargo, es probable que la calidad del agua baje temporalmente durante eventos de crecidas relacionadas con lluvias fuertes, las cuales producen subidas de turbidez, descenso en oxígeno disuelto e incremento de coliformes fecales (contaminación micro-biológica). En general, se mantiene algo de cobertura de árboles nativos en las riberas del río--- bosques de galería---lo cual es un aspecto importante para un mantener las temperaturas y procesos ecológicos necesario para la vida acuática del río.

Los residentes explican que en los años 1960s y 1970s había abundancia de peces en el Río Boquerón mucho más impresionante que existe hoy en día. Según sus comentarios, una de las razones de la disminución de peces fue el uso de "bombas" (probablemente dinamita) para pescar en el río, una práctica que era común en los años 1980 y persistió en alguna medida hasta los años 1990 (SONDEAR, 2006). Además, los residentes indican que la abundancia reciente de pavos cuervos (*Phalacrocorax olivaceus*), un ave piscívora, también incide en menos peces en el río.

Otro factor que probablemente tiene importancia, pero no ha sido investigado por falta de datos, es la disminución o extinción completa de especies acuáticas migratorias que existían en los tributarios del Río Chagres antes de que la construcción de las represas Gatun y Madden bloquearon sus rutas migratorias. Esto se sospecha porque en otras partes del Caribe algunos de los peces y camarones más abundantes migran desde la zona costera hasta los ríos de la montaña.

### Concepto de corredor biológico en la cuenca

Los hábitats boscosos de la sub-cuenca de Río Boquerón y áreas cercanas (Río Pequení) son muy ricos en especies de mamíferos, aves, reptiles y anfibios entre otras. Hacia el este, la sub-cuenca adyacente de Río Pequení tiene mucho más bosque maduro no intervenido que el Río Boquerón. Hacia el oeste, hay otra masa boscosa importante en el extremo noroeste del Parque Nacional Chagres y Parque Nacional Portobelo. El

Río Boquerón es el sector que conecta estas dos masas boscosas no intervenidas. En este sentido, las alturas del Río Boquerón son importantes como un “corredor” o zona conectora de bosques entre dos masas boscosas importantes. Dado que muchas especies (jaguar, tapir, puerco de monte) sobreviven mejor en bosques grandes, sin mucha intervención, el Río Boquerón puede ser un “puente” o “corredor” importante para ellos.

#### Usos Prioritarios del Agua

Los usos prioritarios del agua en el Río Boquerón son: 1) agua potable para la población local; 2) atracción turística como balneario natural durante la época seca; 3) parte del sistema hídrico que provee agua al Lago Alajuela, y a partir de éste a las poblaciones de Colón y Panamá, y también al sistema hídrico de navegación por el Canal de Panamá; 4) parte del ecosistema acuático del Parque Nacional Chagres.

### 4.4 Resumen: Riesgos del Uso Actual del Suelo, Agua, y Biodiversidad

#### Usos del Suelo—Impacto en el Agua

- 1) **Ganadería:** La ganadería causa impactos negativos en la calidad del agua, potencialmente afectando el agua potable de las poblaciones locales, el saneamiento del río para bañistas/turistas utilizando los balnearios naturales; en menor escala puede afectar la calidad de las aguas en el Lago Alajuela, y posiblemente afecta los ecosistemas acuáticos en la parte más baja del Río Boquerón. La ganadería produce contaminantes para el agua como sedimentos erosionados, nutrientes y materia orgánica (por el estiércol), y posiblemente herbicidas utilizados en los potreros.

Indirectamente, la ganadería puede afectar las tasas de sedimentación del Lago Alajuela si es que hay erosión acelerada en los potreros, y particularmente, si es que los potreros deforestados son sitios para deslizamientos que contribuyan cantidades muy grandes de sedimentos al río durante ciertos años.

- 2) **Agricultura:** La agricultura en la sub-cuenca Boquerón es de muy pequeña escala y no afecta una superficie significativa en la sub-cuenca. Aún así, es posible que en algunos casos, la agricultura pueda causar erosión de sedimentos y el escurrimiento de zonas agrícolas pueda incluir contaminantes como herbicidas o insecticidas. Pero estos productos son costosos y su uso no es muy frecuente en la agricultura de pequeña escala en la sub-cuenca Boquerón.
- 3) **Urbanizaciones y Residencias:** No hay urbanizaciones en la sub-cuenca Boquerón. Las residencias rurales que existen tienen letrinas en la gran mayoría de casos, aunque no están en buen estado en muchos casos. No se genera gran cantidad de residuos sólidos, limitando su impacto negativo en cuanto a saneamiento ambiental.
- 4) **Desarrollo comercial y turístico:** No hay desarrollo comercial en esta sub-cuenca. Los turistas que llegan en diciembre-marzo para bañarse en el Río si son un problema. Como no hay letrinas públicas, hacen sus necesidades cerca o dentro del río, lo que transforma en fuentes de contaminación microbiológica, orgánica y de nutrientes. Además, los turistas traen basura, causando problemas de residuos sólidos que puedan afectar la calidad de agua del río y la salud de los residentes en las tomas de agua de los acueductos rurales.
- 5) **Caminos y corredores de transporte:** El camino de Salamanca hasta Boquerón Arriba está en buenas condiciones. No hay impactos muy grandes de estos tramos de camino, porque hay buenos drenajes y el camino no está muy cerca del río. El camino de Boquerón Arriba a Santa Librada es poco utilizado, pero cuando es posible transitarlo, los carros de doble tracción cruzan quebradas sin puentes y erosionan mucho el camino, causando aún más sedimentación.

#### Usos del Agua (impacto en cantidad y calidad del recurso)

- 1) **Agua potable:** Existen 14 sistemas de agua potable en la sub-cuenca; tres grandes y once (11) pequeños. Dado la población total de 395 personas en toda la sub-cuenca y la abundancia de agua, el agua potable local no es un impacto importante en la cantidad de agua disponible.
- 2) **Deshechos líquidos:** No se conoce deshechos líquidos vertidos directamente al Río Boquerón y sus afluyentes.
- 3) **Transporte:** El Río Boquerón es poco utilizado por transporte, debido a su velocidad, rocosidad y caudal variable. La parte baja se utiliza infrecuentemente para transporte de pequeños cayucos, sin impacto importante en el río.
- 4) **Recreo:** El uso del Río Boquerón como un sitio de recreo para bañistas en época seca tiene sus posibles impactos negativos en la calidad de agua, tal como se ha indicado en párrafos anteriores (falta de sistemas de saneamiento ambiental para turistas). Según comentarios de los moradores y personal de supervisión del MINSA, en un fin de semana puedan llegar cientos de personas en buses, con intención de bañarse en el río, y estas personas son vulnerables a la potencial contaminación del agua y ellos mismos dejan mucha basura en el área, lo que afecta también la convivencia de los moradores locales que son los que al final se encargan de la limpieza del río.

#### Usos de Biodiversidad:

- 1) **Biodiversidad Acuática/Pesca/ hábitat acuática-riberaña:** El Río Boquerón tiene hábitats acuáticos de buena calidad y una variedad de especies nativas de peces y aves piscívoros. Según comentarios de residentes, la cantidad de peces es mucho menor que en décadas pasadas. La pesca con “bombas” esta citada como una razón para la desaparición de la abundancia de peces anteriormente observada en el río.
- 2) **Biodiversidad Terrestre/hábitat terrestre:** Los residentes del área reducen la calidad de los hábitats boscosas nativas a través de sus actividades agropecuarias, ya que utilizan los sistemas de roza y quema del bosque nativo maduro, secundario o rastrojo, a falta de una mejor tecnología de manejo del suelo. Además, la caza de especies nativas, como zaino, venado, conejo pintado, y pavas para carne afecta negativamente las poblaciones de estos animales, y reduce la cantidad de presas naturales disponibles para los depredadores nativos como el jaguar, puma, y otros. Existe cacería de subsistencia y caza deportiva en el área.

## 5. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL ACTUAL DE LA SUB-CUENCA

Es necesario organizar la información sobre los riesgos e impactos para los recursos hídricos y recursos biológicos de la sub-cuenca de Boquerón. En las siguientes tablas se organiza esta información en cuanto a los recursos en riesgo, sus amenazas y las causas de origen de estas amenazas. El nivel se refiere a la intensidad de gravedad del problema.

TABLA 10: *Abordaje Lógico: Causas de origen de amenazas a los usos de agua*

Recurso en Riesgo	Amenazas	Causas Originarias	Nivel
Agua potable para las comunidades locales	Contaminación microbiológica-G <i>Giardia</i> - <i>Cryptosporidium</i> - bacterias	*Ganado con acceso a zonas de las tomas (las micro-cuencas)	Mediana a Baja
	Sedimentos	*Erosión de las micro-cuencas donde están las tomas (natural y causado por deforestación y ganadería)	Mediana a Baja
Salud de las personas que utilizan el Río Boquerón para recreo-bañistas y residentes, incluyendo niños	Contaminación microbiológica-pathogenos como <i>Giardia</i> - <i>Cryptosporidium</i> - bacterias	*Ganado con acceso a las quebradas y el río. *Heces de humanos de los bañistas (no hay letrinas) *Letrinas no funcionando	Mediana
Seguridad de las personas que viven y viajan en el área	Inundaciones	*Inundaciones rápidas y peligrosas son un factor natural de la sub-cuenca (no hay puentes)	Mediana
Volumen de almacenaje del Lago Alhajueta	Sedimentos erosionados del Río Boquerón (500-800 toneladas/km <sup>2</sup> /año) depositados en el Lago	*Deslizamientos causado por factores geológicos naturales *Deslizamientos causado por deforestación en áreas de geología vulnerable	Baja a Mediana
Hábitat acuático del Río Boquerón	Sedimentos erosionados en exceso	*Deslizamientos, caminos no mejorados	Baja
	Materia orgánica que afecta el oxígeno disuelto en el agua	*Estiércol de ganado lavándose hacia el río *Heces humanos, basura de bañistas	Baja

TABLA 11: *Abordaje Lógico: Causas de Origen de amenazas a Biodiversidad/ Ecosistemas*

Recurso a Riesgo	Amenazas	Causas de Origen	Nivel
Hábitat acuático del Río Boquerón	Sedimentos erosionados en exceso	*Deslizamientos, caminos no mejorados	Baja
	Materia orgánica afectando el oxígeno disuelto en el agua	*Estiércol de ganado lavándose hacia el río *Heces humanos, basura de bañistas	Baja
Vida acuática nativa	Sobre-pesca	*Pesca con dinamita y otros medios no controlados.	Mediana
	Bloqueo de rutas migratorias	*Lago Alhajuela	No hay información
	Especies introducidas	*Depredación por especies como sargento ( <i>Cichla ocellaris</i> )	No ha hay información
Ecosistemas Ribereños/Bosques de Galería	Eliminación de vegetación ribereña	*Apertura de nuevos caminos y potreros *Construcción de casas sobre la ribera del río	Baja
Ecosistemas terrestres: bosques tropicales maduros	Deforestación destruyendo bosques nativos maduros	*Apertura de nuevos potreros debido al mercado *Venta de terrenos a personas interesados en especulación/inversión forestal o otro	Mediana
Vida silvestre nativa	Sobre-caza de animales nativos	*Caza de subsistencia *Caza deportiva (con ganancias para guías locales) *Caza de depredadores de ganado	Mediana
	Perdida de hábitat y de corredores	*Invasión de potreros en el paisaje boscosa.	Baja

## 5.1 Áreas Críticas para las Amenazas al Agua y Biodiversidad

### Áreas críticas para la conservación del recurso hídrico:

Las áreas críticas de los problemas que amenazan el uso adecuado del agua de la sub-cuenca son los siguientes:

- Agua potable local:* El enfoque geográfico para las micro-cuencas proveedoras de agua para los sistemas de agua potable, tienen que ser de medidas de protección de las mismas para mantener este recurso.
- Salud de las personas que utilizan el Río Boquerón para recreo (bañistas):* El enfoque geográfico para este caso, tiene que ser todo el corredor del Río Boquerón desde Santa Librada hasta Boquerón Abajo (hay varios balnearios).
- Seguridad de los residentes que viven y tienen que cruzar el río:* El enfoque tiene que ser en cada uno de las comunidades donde viven, estudian o trabajan personas al otro lado del río: Santa Librada, Boquerón Arriba, y Boquerón Abajo.
- Volumen de almacenaje del Lago Alhajuela:* El enfoque para reducción de sedimentos erosionados en exceso tiene que ser para toda la sub-cuenca, con énfasis en áreas de alta pendiente y geología

vulnerable bajo uso ganadero. Aparentemente no existe un estudio geológico de las zonas vulnerables.

Áreas críticas para los ecosistemas acuáticos/ terrestres y vida silvestre:

- a) El hábitat acuático del Río Boquerón esta amenazado principalmente por actividades en el corredor cerca al río, especialmente desde Boquerón Arriba hasta Boquerón Abajo.
- b) La vida acuática nativa y los bosques de galería esta siendo amenazados principalmente en el mismo corredor ribereño de mucho uso humano, desde Santa Librada hasta Boquerón Abajo.
- c) Los bosques tropicales maduros todavía existen principalmente en las zonas del norte de la sub-cuenca, aunque hay manchas importantes de bosque inclusive en la parte de la cuenca baja, al otro lado del Río (en dirección hacia Pequeñí). Todos merecen protección y recuperación natural.
- d) La vida silvestre terrestre esta sufriendo la caza en todas partes de la sub-cuenca.

## 6. OPORTUNIDADES PARA MEJORAR EL MANEJO DE RECURSOS NATURALES EN LA SUB-CUENCA

### 6.1 Estrategias de prevención y recuperación

Existen muchas oportunidades de enfrentar las amenazas de los recursos hídricos y biológicos de la sub-cuenca de Boquerón. Principalmente, es necesario trabajar en coordinación con los residentes del área para diseñar actividades que recuperan el estado actual de los recursos naturales y al mismo tiempo toman en cuenta el estado económico precario de los residentes, y sus necesidades económicas y sociales. Se percibe que existen muchas oportunidades, y algunas actividades financiadas por agencias de desarrollo, bajo la implementación de ONGs que ya están aprovechando algunas de estas oportunidades, sin embargo estas acciones son mediatizadas y tienen muy poco impacto en el mejoramiento de las condiciones y calidad de vida de los moradores.

### 6.2 Opciones viables para la producción rural

Es muy importante enfrentar las consecuencias ambientales negativas de la ganadería, lo cual es la actividad económica principal de la sub-cuenca, y por cierto la actividad que tiene más importancia para determinar el futuro uso del suelo. Experiencias con “ganadería sostenible” en Panamá, inclusive algunas experiencias muy cercanas como el proyecto USAID-ACP-FIS de Ganadería Sostenible en la Sub-cuenca de Gatuncillo y las sub-cuencas de Hules, Tinajones y Caño Quebrado, evidencian que existen oportunidades para adaptar los sistemas actuales de producción para minimizar su impacto en el medio-ambiente. Uno de los factores importantes es mejorar los sistemas de proveer agua al ganado sin dañar a los ríos y quebradas. Otro factor clave es mejorar la productividad de los pastizales de los potreros, y así mejorar la producción de alimentos, la salud y valor de los animales. Las experiencias en fincas del proyecto antes mencionado revelan que el uso de agroquímicos y mano de obra para la limpieza de potreros con pastos mejorados se reduce sustantivamente. El uso de pesticidas en la ganadería y la agricultura vale la pena analizarlo con más a profundidad para determinar si contaminan el agua del río, ya que hasta ahora los análisis de agua no han detectado este problema.

Otra opción económica importante para el área de Boquerón es el potencial para mejorar los ingresos económicos del turismo estacional (los balnearios). En este momento una cantidad relativamente grande de turistas están llegando al área, un sitio dentro de un Parque Nacional, sin pagar ninguna tarifa. Es importante buscar oportunidades para compartir futuras tarifas entre el la Administración del Parque Nacional Chagres y las comunidades, como un incentivo para las comunidades de participar en el control del turismo, reducción de impactos ambientales negativos del turismo, y el saneamiento del área en general.

Además, es muy probable que haya oportunidades muy buenas para ganar ingresos significativos a través de la venta de comidas, productos locales y servicios a los turistas. Estas prácticas no están desarrolladas todavía. A través de un proyecto piloto del Fondo USAID-ACP, bajo la ejecución de ACOCHA una organización comunitaria del área, estas recomendaciones serán implementadas conjuntamente con otras dirigidas a organizar la actividad mediante el establecimiento de regulaciones y normativas de uso, mejorar la infraestructura y los mecanismos de control necesario para regular la actividad en el sitio.

### 6.3 Opciones para mejorar la infraestructura social actual

El mejoramiento de servicios e infraestructura (caminos, electricidad, saneamiento ambiental, viviendas, puentes sobre el río) es una prioridad para la comunidad. Todo el desarrollo de servicios en el interior del Parque Nacional tiene que ser coordinado con la Administración del Parque y la Dirección del Servicio Nacional de Áreas Protegidas y Vida Silvestre de la ANAM, para compatibilizarlo con el Plan de Manejo del PN Chagres. No es la intención de la ANAM en su política de parques nacionales, ni de la ACP fomentar la ampliación significativa de la población en el área de captación del Lago Alhajuela dentro de este Parque Nacional, sino buscar una respuesta a la deuda social a los moradores que residen en el sitio antes de constituirse en parque nacional, por lo cual la inversión en infraestructura tiene que ser planificada con cuidado. Existen varias posibles fuentes de financiamiento para inversión en infraestructura, solamente se requiere organización, apoyo política y definir las acciones correctas.

#### **6.4 Opciones para mejorar la calidad o cantidad de agua**

La calidad del agua en el Río Boquerón es buena en general, pero existe algunas oportunidades de prevenir problemas futuros, y mejorar lo actual, por ejemplo, respecto a la contaminación microbiológica. Actividades como promoción de ganadería sostenible y mejoramiento al saneamiento ambiental en el turismo local puedan tener el mayor impacto en este tema.

#### **6.5 Opciones para mejorar la protección de los ecosistemas acuáticos y la biodiversidad**

Los ecosistemas acuáticos puedan beneficiarse de los mismos tipos de programas ya mencionadas que protegen la calidad del agua en el Río Boquerón. Además, es necesario elevar el nivel de conciencia sobre la vida acuática y sus necesidades de hábitat y de protección para un aprovechamiento sostenible. Un programa de monitoreo ambiental con las escuelas de la sub-cuenca pueda incorporar monitoreo de la vida acuática (peces, crustáceos, aves piscívoras, etc.) para ayudar la juventud entender mejor su ambiente. También es necesario patrullaje suficiente para frenar abusos como la pesca con dinamita y la caza deportiva.

#### **6.6 Opciones para mitigar desastres (inundaciones/erosión fluvial/deslizamientos)**

Afortunadamente, el Río Boquerón no es un área conocida por desastres naturales, pero si es fuente de muchos sedimentos erosionados hacia Lago Alhajuela. Vale la pena estudiar la geología de las zonas vulnerables a deslizamientos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ACP, 2007a, “Anuario Hidrologico 2006” Autoridad del Canal de Panamá,  
<http://www.pancanal.com/esp/cuenca/anuario/2006.pdf>
- ACP, 2007b, “Informe de la Region Occidental de la Cuenca del Canal de Panama,” Capitulo 5: Peces,  
Consortio TLBG/Universidad Panama/Smithsonian Tropical Research Institute, Panama, en  
Sitio de Internet de ACP: <http://www.pancanal.com/esp/cuenca>
- ACP, 2006, “Informe de Calidad de Agua Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá, 2003-2005,” Volumen  
1. Departamento de Seguridad y Ambiente, Division de Administracion Ambiental, Seccion de  
Manejo de Cuenca.
- ANAM/TNC, 2005, “Plan de Manejo Parque Nacional Chagres,” Documento Técnico: Capítulo Tres-  
Diagnóstico de Profundización. ANAM/TNC/USAID-Panamá.
- CEPSA, 2007, “Diagnóstico Situacional Sobre el Uso y Estado de La Tierra en el Parque Nacional Chagres,”  
TNC-ANAM.
- CATHALAC, 2008, Mapas de Sub-cuencas Boquerón, Gatún (información no publicada), IRG-USAID-  
CBC.
- CBC-USAID, 2007, “Diagnostico de la Situacion Areas del Proyecto USAID/CBC,” USAID-Panama  
(editado por R. Ibanez y A. Pitty).
- Louis Berger, 2000, “Proyecto Monitoreo del Cuenca del Canal de Panamá,” Fase II,  
USAID-Panamá.
- MOP, 2007, “Proyectos Carreteros 2002-2005,” Departamento Ambiental, Panamá.
- Perez, Vielka & Oscar Marín, 2008, “Actualización de Fuentes Puntuales de Contaminación en las  
SubCuencas de Boquerón y Gatun,” IRG-USAID-CBC, Panamá.
- PMCC, 1999, “La Cuenca del Canal: deforestación, urbanización y contaminación,” Editors: Stanley  
Heckadon-Moreno, Roberto Ibañez, and Richard Condit, Smithsonian Tropical Research Institute;  
ANAM, USAID-Panamá.
- Smith, Scott A., G.Bell, and E. Bermingham, 2004, “Cross-Cordillera Exchange Mediated by  
the Panama Canal Increased Species Richness of Local Freshwater Fish Assemblage,”  
Proceedings: Biological Sciences, Vol. 271, No. 1551, pp. 1889-1896, September.
- SONDEAR, 2006a, “Diagnóstico Socio-Ambiental Participativo del Tramo Bajo de la SubCuenca del Rio  
Boquerón,” ACP/Fundación Natura/CICH/USAID-Panamá.
- SONDEAR, 2006b, “Diagnóstico Socio-Ambiental Participativo del Tramo Medio de la SubCuenca del Rio  
Boquerón,” ACP/Fundación Natura/CICH/USAID.
- Zaret, Thomas and R.T. Paine, 1973, “Species Introduction in a Tropical Lake,” Science,  
Nov. 1973, Vol. 182: No. 4111: pp. 449-455.