



**DECIMOTERCER INFORME ESTADO DE LA NACIÓN  
EN DESARROLLO HUMANO SOSTENIBLE**

**Informe Final**

**Recurso Aguas Superficiales y Subterráneas con  
énfasis en las principales cuencas hidrográficas**

*Investigadora:  
Yamileth Astorga*



Nota: El contenido de esta ponencia es responsabilidad del autor. El texto y las cifras de las ponencias pueden diferir de lo publicado en el Decimotercer Informe sobre el Estado de la Nación en el tema respectivo, debido a revisiones posteriores y consultas. En caso de encontrarse diferencia entre ambas fuentes, prevalecen las publicadas en el Informe.

## **Contenido**

Hechos relevantes .....	3
Introducción .....	5
Resumen Ejecutivo.....	6
Desarrollo de la Ponencia .....	7
Cuánto Avanzamos en Normativa de Aguas? .....	7
Ley del Recurso Hídrico...Estancada!! .....	8
Plan Nacional de Gestión Integrada del Recurso Hídrico .....	8
Cobertura del Servicio de Agua de Consumo Humano .....	8
Estado de las Aguas Subterráneas .....	9
Tendencia y situación en el aprovechamiento de las aguas subterráneas.....	9
Estudios hidrogeológicos .....	11
Otros estudios realizados en las Universidades .....	12
Calidad de los acuíferos del Valle Central.....	13
Gestión local en aguas subterráneas .....	14
Programa Bandera Azul Ecológica.....	14
Estado de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles .....	14
Estado de la Cuenca del Río Reventazón .....	21
Estado de la Cuenca del Río Tempisque .....	25
Estado de la Cuenca del Río Grande de Térraba .....	30
Estado de la Cuenca del Río Sarapiquí.....	32
Estado de la Cuenca del Río San Carlos .....	35
Bibliografía .....	36

## **Hechos relevantes**

- El Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales actualizado, sale publicado en el Diario Oficial La Gaceta del 19 de Marzo del 2007.
- El Proyecto de Ley del Recurso Hídrico se encuentra estancado.
- En abril del 2007, se da inicio al proceso de desarrollo de los balances hídricos mensuales, en 15 cuencas hidrográficas prioritarias del país.
- 17% de la población (750.368 personas) aún recibe agua de calidad no potable.
- San José es la provincia que cuenta con el mayor número de acueductos con agua no potable (57.8% de los acueductos). Al mismo tiempo, es la provincia con mayor cobertura de población abastecida con agua de calidad potable (92.4% de la población).
- La principal causa de no potabilidad de los acueductos se da por contaminación fecal.
- En diciembre del 2006 se afectó las fuentes de agua de Moín con tolueno y otros derivados de hidrocarburos, producto del incendio en la empresa “Industria Químicos holandá”.
- De un total de 12.012 pozos registrados al 31 diciembre del 2005, el 75% se localizan en Guanacaste y el Valle Central.
- La perforación de pozos sigue creciendo especialmente en dos zonas, como son el Valle Central y Guanacaste.
- De asumir un ingreso constante de contaminación a las aguas subterráneas, en pocas décadas las aguas de los acuíferos del Valle Central, no serán aptas como fuente pública de agua de consumo humano.
- Se estima un aumento en la carga contaminante de Nitrato de un 40%, en las zonas de recarga de agua con cambio de uso del suelo de la actividad agrícola a la actividad urbanística, sin un sistema de manejo de aguas negras adecuado
- Muchos usuarios del agua, devuelven caudal asignado, al iniciar el cobro del Cánón de Aprovechamiento de Aguas.
- En las seis cuencas hidrográficas analizadas: Tárcoles, Reventazón, Tempisque, Térraba, Sarapiquí y San Carlos, el principal sistema de saneamiento es el tanque séptico.
- En cinco de las seis cuencas analizadas, el principal aprovechamiento en volumen de agua es para la fuerza hidráulica.
- El volumen asignado para consumo de agua doméstico es sumamente bajo en todas las seis cuencas hidrográficas analizadas. Más sin embargo, en número de concesiones de agua, el aprovechamiento para consumo doméstico es el más alto.
- La cuenca del Río Grande de Tárcoles es la que tiene más concesiones de agua para consumo domiciliar, a pesar que es la cuenca de mayor cobertura en acueductos.
- Se presenta una marcada tendencia en el aumento del consumo de agua de los mantos acuíferos, lo que permite aceptar que existe una mayor escasez de fuentes de agua superficiales tanto en calidad como cantidad.

- La columna de agua del Lago Arenal se reduce considerablemente. Este hecho se atribuye a la disminución de lluvia en el 2005 y al calentamiento global.
- El Programa de Bandera Azul Ecológica, crea una cuarta categoría por Decreto Ejecutivo para Espacios Naturales Protegidos, con fecha de 31 de enero del 2007. Esto con el fin de fortalecer e incentivar la protección de las zonas boscosas del país, considerando estas zonas como productoras de agua
- Aspectos relevantes de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles:
  - Es la cuenca de mayor deterioro en contaminación desde el punto de vista orgánico y microbiológico del país.
  - No se ha implementado ninguna acción concreta estructural en los últimos 15 años, con el fin de contribuir a disminuir la contaminación de las aguas.
  - Esta cuenca aporta niveles considerables de nitratos a la zona marino costera, que por corrientes alcanza el Golfo de Nicoya.
  - El aumento de la cobertura del alcantarillado sanitario en la GAM y el tratamiento primario que se instalará, aumentará los aportes de nitratos al Golfo de Nicoya. El aumento de los nutrientes en el Golfo, aumenta la incidencia de booms algales, entre estos, de los dinoflagelados de las mareas rojas.
  - En el 2004, el Partido Garabito Ecológico, apoyado por Coope SoliDar R.L., la Defensoría de los Habitantes de la República y la Municipalidad de Puntarenas, presentaron un Recurso de Amparo ante la Sala Cuarta en contra de la contaminación del Río Tárcoles. La Sala Constitucional, con el voto 5894-07 del 27 de abril del 2007 obliga a las instituciones públicas con competencia y a todos los alcaldes de las municipalidades de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles a que de “inmediato adopten las acciones necesarias para eliminar de manera integral los focos de contaminación que existen a lo largo de la cuenca del río Grande de Tárcoles y restaurar el daño ambiental ocasionado en esa cuenca.
  - Un estudio epidemiológico tipo ecológico, identificó que la población que habita en la meseta de la cuenca, tiene cerca del 30 % más probabilidad de enfermar que la población que habita en los territorios de las zonas más altas, las cuales se enfermaron con mucha menor frecuencia y se protege un 13% respecto a la situación promedio del país.
- Aspectos relevantes de la Cuenca del Río Reventazón:
  - El Río Reventazón es el segundo río más contaminado de Costa Rica.
  - Los problemas de erosión y transporte de sedimentos representan un costo económico muy alto, principalmente para el ICE. Anualmente se estima 26 toneladas de sedimentos por hectárea, acarreados por los ríos y depositados en los embalses. Esto hace que el ICE tenga que abrir las compuertas de los embalses al menos

- una vez al año, con un costo económico e impacto ambiental muy elevado para el país.
- La única Comisión de Cuenca legalmente conformada en el país, es la constituida para esta cuenca, la COMCURE.
- El Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Alta del Río Reventazón, con respaldo legal, tiene 7 años de implementación. El ICE continúa siendo la institución líder dentro de la COMCURE.
- Aspectos relevantes de la Cuenca del Río Tempisque:
  - En época lluviosa la cuenca presenta un gran exceso de agua provocando graves y recurrentes inundaciones, en la época seca la disponibilidad del recurso disminuye sustancialmente, con prolongaciones de hasta seis meses.
  - El turismo en Guanacaste ha venido desplazando a la actividad agrícola. Este crecimiento ha inducido a una alta demanda de agua, tomando como fuente prioritaria los acuíferos costeros, los que por lo general poseen una capacidad limitada y en los que se han presentado algunos casos de intrusión salina.
  - La competencia entre usos del agua en esta cuenca, ha generado una serie de conflictos entre el sector turístico y las organizaciones locales.
  - Se ha calculado una carga total de elementos contaminantes que ingresan al sector norte del Parque Palo Verde, de 42,4 y 33,4 TM de ingrediente activo, provenientes del consumo de plaguicidas en el área agrícola de arroz y caña. Entre estos  $\alpha$  endosulfan,  $\beta$  endosulfan, dimetoato, epoxiconazol, propicozanol y ametrina.
  - Los Ríos Tempisque y Bebedero transportan una excesiva carga de sedimento que ocasiona un aumento en la cantidad de partículas depositadas en las partes bajas de las cuencas de ambos ríos, principalmente en los ecosistemas de mangle y los humedales de la región, y además en el Golfo de Nicoya.
- Aspectos relevantes de la Cuenca del Río Grande de Térraba:
  - El Río Grande de Térraba es el río menos contaminado, desde el punto de vista microbiológico, de las cuencas estudiadas.
  - El Humedal Nacional Térraba Sierpe, enfrenta amenazas importantes. Entre ellas, aquellas que recibe externamente por los aportes de contaminantes acarreados por el agua de aguas arriba, tales como la sedimentación y contaminación química, por la actividad piñera de alta intensidad localizada en la cuenca media del Térraba y por las actividades económicas artesanales que se desarrollan propiamente en el sitio del humedal.
- El ICE ante la necesidad constructiva del Proyecto Hidroeléctrico Cariblanco, en la cuenca del Río Sarapiquí y ante la evidente problemática de riesgo de la paralización de las obras por parte de los grupos organizados emite un mandato legal por parte de la institución para crear la Unidad de Manejo de Cuenca del Río Sarapiquí (UCSARA).

## **Introducción**

El objetivo del capítulo “Recurso Aguas Superficiales y Subterráneas”, es el de identificar el estado del recurso hídrico en las cuencas hidrográficas del Río Grande de Tárcoles, Reventazón, Térraba, Tempisque, San Carlos y Sarapiquí. El estado será determinado de acuerdo a las características de cada cuenca, en el que se evaluará la disponibilidad del recurso, tanto superficial como subterráneo en cantidad y en calidad. En aquellos casos que se tenga información suficiente, se analizará la tendencia en calidad en función del tiempo.

Se analizará también, la tipología de aprovechamiento o uso y el caudal extraído de acuerdo a cada una de las cuencas hidrográficas en estudio.

La evaluación de la calidad del agua en el país, ha sido muy reducida y las instituciones públicas con competencia no han implementado monitoreos sistemáticos y permanentes, que contribuyan a determinar el avance o la disminución de la contaminación en nuestros cuerpos de agua superficiales o subterráneos. Esto solo es posible si el gobierno designa presupuesto, de no ser así, es una muestra más de que este aspecto, no es aún de importancia para el país.

## **Resumen Ejecutivo**

La unidad lógica de planificación y gestión del recurso hídrico es la cuenca hidrográfica. Es en este espacio geográfico donde fácilmente se evalúa el comportamiento del ciclo hidrológico. Con la información básica de las variables del ciclo hidrológico (precipitación, infiltración, escorrentía, evaporación, evapotranspiración), y conociendo la cantidad de agua extraída, dada por el aprovechamiento en los diferentes usos, se puede calcular el balance hídrico por la cuenca. El balance hídrico es una de las principales herramientas de gestión del agua, para una eficiente planificación de este recurso en la cuenca.

Por primera vez, el Estado de la Nación define analizar el estado de los recursos naturales en función de seis de las principales cuencas hidrográficas del país: Río Grande de Tárcoles, Río Reventazón, Río Tempisque, Río Térraba, Río San Carlos y Río Sarapiquí. La definición de estas cuencas se da prioritariamente, por la cantidad de población ubicada en cada una de ellas, ubicación de actividades económicas e información generada y accesible.

En esta ponencia se estará analizando el avance en el ámbito nacional, en la gestión del recurso hídrico superficial y subterráneo en el país durante el año 2006, incluyéndose el avance normativo, para posteriormente pasar al análisis de la situación de las seis cuencas hidrográficas respectivas, en relación a la tendencia del recurso hídrico, en función del tiempo y del aprovechamiento del agua por tipología de usos y de la calidad de las aguas.

La evaluación de la calidad del agua superficial como subterránea en el país, continúa resagada a estudios puntuales, sin continuidad en el tiempo, concentrada en cuencas prioritarias: Río Grande de Tárcoles, Reventazón y Tempisque, y la información se encuentra dispersa en diferentes instituciones, entre ellas, el

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (ICAA), el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), el Ministerio de Salud (MINSAL), la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL) y las Universidades Públicas.

La información generada en las cuencas del Río Grande de Térraba, Sarapiquí y San Carlos, resultó sumamente escasa.

## **Desarrollo de la Ponencia**

### **Cuánto avanzamos en Normativa de Aguas?**

La segunda versión del Reglamento de Vertidos y Reuso de Aguas Residuales, se publica en el Decreto N° 33601-MINAE-S, del Diario Oficial Alcance N° 8 La Gaceta N° 55, del 19 de marzo del 2007. En este reglamento, se hace revisión y se actualizan las actividades y procesos industriales que se tienen en el país, se le asigna a cada actividad un Código CIU (Código Internacional Industrial Unificado), se definen el tipo de parámetros físico-químicos a designar a cada actividad y las concentraciones máximo permisibles por cada actividad.

La propuesta de Reglamento de Clasificación de Cuerpos de Agua Superficial, fue firmada en marzo de este año, por el Ministro de Ambiente de turno y está pendiente la firma por la Ministra de Salud. De acuerdo a los técnicos del ICAA (Carlos Vargas, Com. Pers., 2007), este reglamento podría contribuir enormemente a controlar y planificar las aguas superficiales del país, así mismo, define metas claras de descontaminación en los cuerpos de agua.

El Canon de Aprovechamiento de aguas oficialmente fue aprobado en el 2005, publicado en enero 2006, aplicado en agosto y se gestiona el primer cobro en octubre del 2006. Para este primer cobro fueron devueltos un volumen de 130 millones de m<sup>3</sup> anuales, que estaría disponible en las cuencas respectivas. Este volumen sale del ajuste de concesión: por renuncia a cierta cantidad de caudal o por renuncia a períodos o horarios de uso, de 18 a 14 o 12 horas. Esto principalmente del sector agropecuario, riego y turismo. De 14.000 concesiones tramitadas por el Departamento de Aguas de MINAE, apenas hay cerca de 4.500 concesiones vigentes (José Miguel Zeledón, Director Departamento de Aguas, MINAE, Com. Pers. 2007).

Hasta ahora, el Departamento de Aguas no cuenta con los volúmenes aprovechados por las instituciones públicas, ICAA e ICE, ni tampoco con el pago por estas instituciones. El pago de estas, correspondería a un aumento en la tarifa de cada usuario aprobado por ARESEP, que aún está pendiente de aprobar. No obstante, estas instituciones tendrían que realizar el pago de forma retroactiva (José Miguel Zeledón, Dpto. de Aguas, MINAE, Com. Pers., 2007).

A pesar de que la Sala Constitucional falla la acción de inconstitucionalidad interpuesta por la Liga de la Caña, al Decreto de Canon Ambiental por Vertidos, a través del voto N° 9170-06, el 20 de junio de 2006, el MINAE no ha iniciado el cobro. Esto debido a que el Reglamento ha tenido modificaciones y a que falta

terminar la revisión del decreto en términos de ajustes técnicos de fórmulas y a establecer con claridad el procedimiento de cobro con el Banco Nacional. Así mismo no hay información disponible de todos los entes generadores del país. El Ministro de Ambiente ha manifestado su interés en que este año 2007, se inicie el cobro de este Canon (María Guzmán, Directora DIGECA, MINAE, Com. Pers. 2007).

### **Ley del Recurso Hídrico? ... estancada!**

El proyecto de Ley del Recurso Hídrico revisado por la Comisión conformada por el Ministro de Ambiente, con representantes del sector privado, público, académico y de ONG's, terminó con un 80% de sus artículos en consenso y cerca de un 20% en disenso. Esto fue un gran avance para el país en materia de gestión integrada del recurso agua. No obstante, este proyecto revisado nunca fue entregado a la Comisión de Asuntos Ambientales de la Asamblea Legislativa. El Ministro de Ambiente solicitó a la Comisión Ministro, darle tiempo para que el Gobierno de España y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) lo revisara. Esta revisión, no solo la hicieron estas instancias, sino también paso luego a ser revisada, por expertos de la Organización Mundial de la Naturaleza (UICN). Con todos los insumos recibidos por los revisores, aún no hay un proyecto claro que la Comisión Ministro pueda presentar a los señores diputados. Por otro lado, el ejecutivo no incluyó este proyecto de Ley, como un proyecto complementario a la Agenda del Tratado de Libre Comercio (TLC). El Día Mundial del Agua, 22 de marzo, la Comisión de Asuntos Ambientales de la Asamblea Legislativa, expresó en reunión con diversos personeros del agua del país, que en sus sesiones ordinarias, ellos estarán incluyendo este proyecto de ley.

### **Plan Nacional de Gestión Integrada del Recurso Hídrico**

Finales del 2006, el MINAE a través del Departamento de Aguas y con el apoyo financiero del BID, confieren al Instituto Mexicano de Tecnologías del Agua – IMTA, el desarrollo de los balances hídricos mensuales, de 15 de las cuencas prioritarias del país. El IMTA inicia en abril del 2007. Los balances hídricos mensuales por cuenca hidrográfica, son uno de los instrumentos prioritarios para los planes hídricos de cuenca

### **Cobertura del servicio de agua de consumo humano (ACH)**

Costa Rica contaba con una población de 4.412.665 habitantes a mediados del año 2006, de la cual el 98.2% contó con servicio de agua de consumo humano a través de un total de 2.235 acueductos. El 94.2% recibió agua intradomiciliariamente o por medio de un acueducto. La cobertura de este servicio aumentó si se compara a los años 2004 y 2005. La distribución de las fuentes por ente operador indica que el 9.9% pertenecen a ICAA, el 79% a los CAAR's/ASADAS y el 11% a los municipios y la ESPH (Mora y Portugués, 2006).



El servicio de agua suministrado por los CAAR's y ASADAS aumentó considerablemente en relación a años anteriores, mientras que el servicio por el ICAA y los municipios disminuyó.

Las captaciones a fuentes de agua para consumo humano aumentaron en el 2006 a 4.114. La principal fuente de agua para consumo humano, continúa siendo los manantiales (3.009 reportados), seguido por pozos de agua (799 pozos), captaciones en aguas superficiales (255 reportados) y ríos y embalses con plantas de tratamiento (51 reportados) (Mora y Portugués, 2006).

El 81.2% de la población del país recibió agua de calidad potable por medio de 1.180 acueductos. Por su parte, 1.055 acueductos abastecen agua de calidad no potable, lo que equivale a 750.368 personas (17%). De los 2.235 acueductos evaluados, el 1.8 cuenta con tratamiento y el 24.7% con desinfección, el 100% es sometido a vigilancia y solamente el 20.7% cuenta con control de calidad del agua (Mora y Portugués, 2006).

El análisis por provincia evidencia que San José es la provincia que cuenta con el mayor número de acueductos con agua no potable (57.8% de los acueductos), sin embargo también es la provincia con mayor cobertura de población abastecida con agua de calidad potable (92.4% de la población) (Mora y Portugués, 2006).

La principal causa de no potabilidad de los acueductos se da por contaminación fecal. Otros problemas son por alta turbiedad, bajo pH, altas concentraciones de hierro, manganeso y nitratos y algunos episodios de contaminación con hidrocarburos. En diciembre del 2006 se afectó las fuentes de Moín con tolueno y otros derivados de hidrocarburos, producto del incendio en la empresa "Industria Químicos holandá" (Mora y Portugués, 2006).

Costa Rica ya logró alcanzar la Meta 10, al reducir en más de un 50% el número de personas que carecen de agua de calidad potable, pasando de un 50% en el año 1991 a un 81.2% en el 2006" (Mora y Portugués, 2006).

## **Estado de las aguas subterráneas**

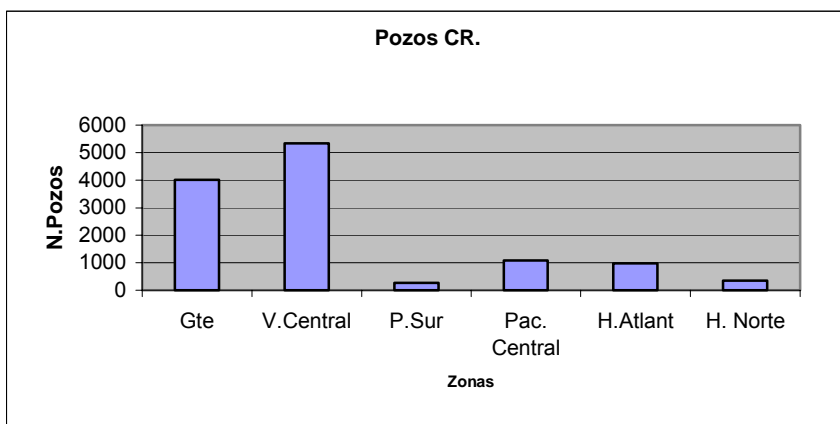
### *Tendencia y situación en el aprovechamiento de agua subterránea*

De acuerdo con los datos del Laboratorio Nacional de Aguas del ICAA (Mora y Portugués, 2007) el 19,42% de las fuentes de abastecimiento de acueductos operados por el ICAA, CAARS, ASADAS, municipios y la ESPH provienen de pozos de agua. No obstante, de acuerdo con el registro de concesiones del Departamento de Aguas del MINAE, el 36,3% de concesiones de agua para todos los usos, provienen de las aguas subterráneas y la tendencia es a crecer.

La Figura 1 muestra la distribución de pozos de agua de acuerdo a las regiones del país. De un total de 12.012 pozos registrados al 31 diciembre del 2005 (Base de datos del SENARA), el 75% se localizan en Guanacaste y el Valle Central.

Figura 1.

**Total de pozos por zonas en Costa Rica**

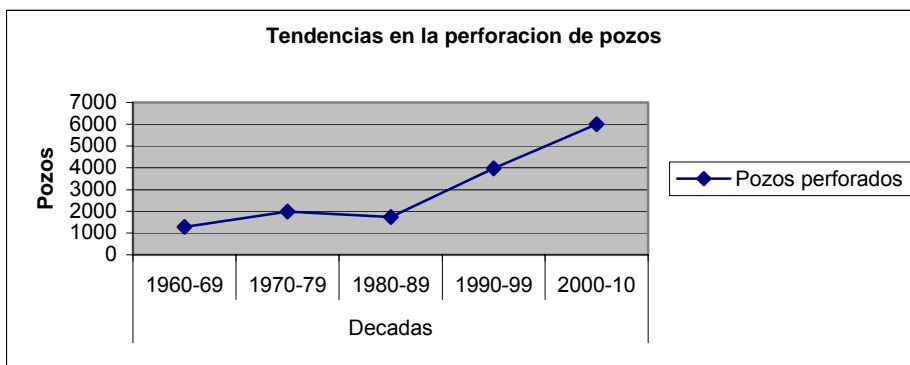


Fuente: Romero, C. 2007<sup>a</sup>.

La perforación sigue creciendo especialmente en dos zonas, como son el Valle Central y Guanacaste (Figura 2). En el caso de Guanacaste, Pacífico Central y la zona Huetar Norte, la cantidad de pozos perforados del 2000 al 2005 ya superaron el total de pozos perforados durante la década de los 90.

Figura 2.

**Tendencias en la perforación de pozos**



Fuente: Romero, C. 2007<sup>a</sup>.

De acuerdo con el Departamento de Aguas, del MINAE (José M. Zeledón, Director Dpto. Aguas, MINAE, Com. Pers.), históricamente se tramitan 500 concesiones promedio de agua subterránea por año, sin embargo, hasta abril del 2007 se habían resuelto 340 trámites de pozos, de éstos se aprobaron 135 concesiones y están pendientes de resolver 420 pozos. Esta situación se atribuye principalmente, a que el costo del agua del acueducto es más alto que el pago del Canon de aprovechamiento y a las deficiencias o falta de atención de la demanda por los

acueductos rurales, principalmente por falta de capacidad técnica, financiera y humana.

Los territorios de mayor crecimiento en pozos perforados para el quinquenio 2000 – 2005, son el Cantón de Atenas con un 120%, Nicoya con un 152%, San Carlos con un 178% y la zona costera de Barranca a Dominical con un 261% de aumento con respecto a los pozos perforados en la década de los noventa. El crecimiento mas importante se ha dado en sector turístico (Romero, 2007<sup>a</sup>).

En un cálculo de la extracción de agua subterránea de 1998 y 2005 en millones metros cúbicos a nivel nacional realizado por SENARA (Romero, 2007<sup>a</sup>), se identificó que el volumen de extracción ha crecido en un 42% en tan solo 7 años, con crecimientos superiores al 60% en el consumo de agua para uso doméstico, turismo y agrícola.

El aumento de pozos en la zona de Guanacaste, ha generado conflictos por uso de agua de los acuíferos costeros, los que por lo general poseen una capacidad limitada y en los que se han presentado algunos casos de intrusión salina. Se hace necesario planificar el uso del suelo futuro en función de la disponibilidad del agua, por lo que, realizar los estudios hidrogeológicos son fundamentales para la toma de decisiones y promover procesos de gestión de los recursos hídricos subterráneos (Romero, 2007B).

Por estudios de SENARA, se determinó que el volumen disponible de aguas del acuífero de Nimboyores, está restringido para el servicio de las comunidades y el sector privado (turístico). Este deberá ser aprovechado a través de un acueducto regional por construirse. Así mismo, SENARA identificó que la disponibilidad del agua del Río Cañas es de vulnerabilidad media y hay volumen disponible para los diversos usos (Carlos Romero, Director de Aguas Subterráneas, SENARA, 2007).

#### *Estudios hidrogeológicos*

El Área de Aguas Subterráneas del SENARA, se ha dedicado a elaborar estudios y mapas hidrogeológicos de los acuíferos más importantes del país como son los acuíferos Barva y Colima en el Valle Central, los acuíferos de la Península de Nicoya, los acuíferos del Pacífico Central y en especial de las zonas costeras que enfrentan una creciente demanda por la actividad turística. Entre sus estudios están (Romero C., 2007A):

- Atlas Temático del Recurso Hídrico Subterráneo, entregado a todas las Municipalidades del Gran Área Metropolitana y otras organizaciones locales como las ASADAS como insumo para la elaboración de la zonificación de áreas de protección.
- Mapa de recarga del Valle Central (con información de campo a escala 1:50.000).
- Mapa de vulnerabilidad y la zonificación de uso del suelo del acuífero de Potrero Caimital.

- Bases de datos actualizada e introducida en Arc View.
- Procesamiento de todos los estudios elaborados en las décadas anteriores para montar mapas digitales.
- Matriz de criterios de vulnerabilidad, como una herramienta para regular el crecimiento de las actividades urbanas, industriales, agropecuarias y otras en aquellas zonas que se encuentran fuera de las áreas de protección (zonas de protección nacientes, pozos, etc.).
- Desarrollo de herramientas para la gestión integrada de acuíferos costeros. Fase I. Este es un proyecto que *SENARA está iniciando en dos zonas del país, acuífero de Huacas Tamarindo en Santa Cruz y el acuífero de Nosara en Nicoya*. Este proyecto tiene como objeto mejorar el conocimiento hidrogeológico de los acuíferos y de la dinámica de los procesos de intrusión, recarga y descarga con el apoyo de los isótopos como una herramienta adicional.

*Otros estudios realizados en las Universidades:*

- El volumen de agua del acuífero Santa Cruz es de 27.261.752 m<sup>3</sup>/año. La demanda proyectada al año 2005 es de 1.845.837 m<sup>3</sup>/año, lo que implica que se extraería tan solo el 6.77% de la recarga (Arias y Zúñiga, 2006).
- Un análisis de posibles escenarios producto del fenómeno del Cambio Climático en el acuífero Santa Cruz, muestra que la consecuencia de experimentar una disminución del 15% en la precipitación traería consigo una reducción en la recarga potencial del 61.86% y un déficit de demanda de agua del 7.22% de la recarga. Por el contrario, si se experimenta un aumento en la precipitación, se extraería un 26,13% de la recarga de agua (Arias y Zúñiga, 2006).
- Mapas de acuíferos de Costa Rica por el Instituto Tecnológico de Costa Rica:



Fuente: ATLAS ITCR, 2004

### *Calidad de los acuíferos del Valle Central*

Como resultado del cambio de uso del suelo, de plantaciones de café a zonas residenciales urbanas sin sistemas de alcantarillado sanitario y en general, con tanques sépticos construidos de forma inadecuada, sin un buen mantenimiento y en sitios con limitaciones del suelo, el potencial de carga contaminante de nitrato a las aguas subterráneas en la zona de recarga de los acuíferos Barva, La Libertad y Colima, continuará aumentando. De asumir un ingreso constante de contaminación a las aguas subterráneas, en pocas décadas las aguas de los acuíferos del Valle Central, no serán aptas en varios de los sitios estudiados, los cuales están siendo utilizados en su mayoría como fuente pública de agua de consumo humano. Algunos de estos sitios son: Pozo de CICAFFE, Manantial de Guachipelín, Pozo de Barreal, Manantial de Ojo de Agua, Manantial de Belén, Manantial La Libertad, Manantial Puente Mulas, entre otros. Reynolds estimó un aumento en la carga contaminante de Nitrato de un 40%, en las zonas de recarga de agua con cambio de uso del suelo de la actividad agrícola a la actividad urbanística, sin un sistema de manejo de aguas negras adecuado (Reynolds et al, 2006).

Las concentraciones de Nitratos mayores a 4 mg/L fueron identificadas en zonas urbanas y semiurbanas sin sistemas de alcantarillado, mientras que los pozos y manantiales analizados en zonas agrícolas, donde primariamente cultivaban café, presentaron concentraciones promedio de 2,0 mg/L. (Reynolds et al, 2006). Las concentraciones reportadas en los sitios estudiados, están aún muy por debajo del límite máximo permisible definido en el Reglamento de Agua Potable, de 50 mg/L de Nitratos.

### **Gestión Local en Aguas Subterráneas**

El SENARA ha incorporado en su quehacer un trabajo de gestión local. Algunas de sus acciones son:

- Zonificación de uso del suelo de Heredia para la protección de los mantos acuíferos, con la Comisión de Micro cuencas de Heredia. Esta zonificación fue utilizada por las municipalidades de San Rafael, Santa Bárbara, Flores y Belén (Carlos Romero, Director Aguas Subterráneas, SENARA, 2007. Com. Pers.).
- Convenio y recomendación a la Municipalidad de Santa Cruz para realizar estudios de todos los acuíferos del cantón, con el fin de contar con información base para los planes reguladores y para aprobar nuevas concesiones de agua. Esto dado a que los acuíferos del Cantón son aluviales y de alta vulnerabilidad.
- Emisión de pronunciamiento en Samara, para definir una zona de Alta Vulnerabilidad, en la cual no se pueden realizar ningún tipo de proyecto, que pueda afectar el abastecimiento de agua de la comunidad de Samara. El ICT incorporó este pronunciamiento, en el Plan Regulador de la Zona Marítima Costera y el ICAA delimitó la zona de protección de los pozos de la ASADA.
- En Nicoya, acompañamiento a las ASADAS de Nosara, la Asada de Samara, la comisión de cuenca de Potrero Caimital y la unidad de gestión ambiental de la Municipalidad.

### **Programa Bandera Azul Ecológica**

El Programa de Bandera Azul Ecológica –PBAE, crea una cuarta categoría, a través de la aprobación de un Decreto Ejecutivo para Espacios Naturales Protegidos, con fecha de 31 de enero del 2007. Esto con el fin de fortalecer e incentivar la protección de las zonas boscosas del país, considerando estas zonas como productoras de agua. El objetivo es el de reconocer a los gestores de estas zonas, los esfuerzos realizados en la promoción y adopción de prácticas sostenibles y amigables con el ambiente, mediante la conservación de bosque primario y zonas dedicadas a la conservación y recuperación. De esta manera el PBAE logra cubrir todas las partes del ciclo hidrológico, desde su caída y acumulación (zona de recarga), pasando por el aprovechamiento del agua para los distintos usos, hasta su desembocadura en los océanos.

### **Estado de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles**

La Cuenca del Río Grande de Tárcoles continúa siendo la de mayor deterioro en contaminación desde el punto de vista orgánico y microbiológico del país. Este argumento ha sido utilizado desde la década de los 80's, más sin embargo, las autoridades nacionales no le han dado la importancia del caso, y la contaminación se mantiene a vista y paciencia de toda la población del país. Mucho de esto se debe a la falta de planificación urbana y al incumplimiento de la normativa ambiental y de aguas existente en el país. Urbanizaciones, casas aisladas, industrias y actividades agrícolas ubicadas en sitio no aptos, con alta vulnerabilidad y sin implementar medidas adecuadas de mitigación. De ahí que el riesgo aumenta y está latente de muchas maneras.

La Cuenca del Río Grande Tárcoles abarca cinco de las siete provincias del país: San José, Alajuela, Heredia, Cartago y Puntarenas, 36 municipios, una población estimada de dos millones trescientos treinta mil personas (2.330.000 hab., al mes de agosto, 2004) y el 80% de las industrias, incluyendo, desde hace cinco años, a industrias de alta tecnología, de bebidas, químicas, agroindustriales, metalúrgicas; así como el principal comercio y la mayor prestación de servicios del país. En esta cuenca se procesa más del 50% de la producción de café y la actividad agrícola y pecuaria ocupa un lugar preponderante (EGIRH, 2005).

En el año 2004, el Partido Garabito Ecológico, apoyado por Coope SoliDar R.L., la Defensoría de los Habitantes de la República y la Municipalidad de Puntarenas, presentaron un Recurso de Amparo ante la Sala Cuarta en contra de la contaminación del Río Tárcoles. No es sino hasta abril del 2007, que la Sala Constitucional en su Declaratoria N° 5894-07 obliga a todas las instituciones públicas y municipalidades de la Cuenca, a controlar los aportes de contaminación y restaurar la cuenca. Tal vez sea un poco tarde, pero hay que darle seguimiento al cumplimiento de esta orden.

Toda esta actividad y concentración de población, hace que las descargas de aguas residuales y negras sean extremadamente altas, sumándole a estos, un alto porcentaje de desechos sólidos, que son arrastrados por la escorrentía en las épocas lluviosas hacia los cauces de los afluentes de la cuenca. Mucho de estos desechos sólidos son recolectados por la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL).

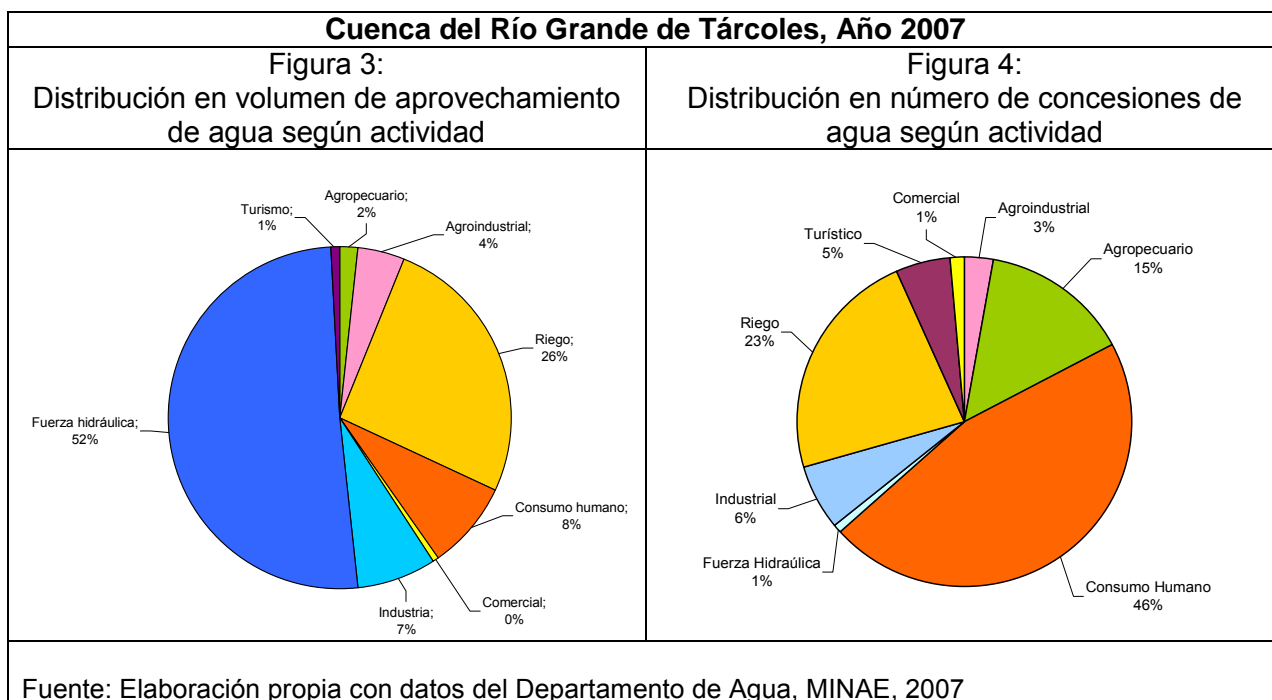
El Proyecto Hidroeléctrico Brasil de la CNFL, utiliza una draga en la toma de agua, que desde hace varios años atrás cumple la función de recolección de desechos sólidos, filtración y extracción de sedimentos. De acuerdo a los análisis físico-químico de las aguas del embalse, tanto en su influente (agua de la presa) como en su efluente o desfogue de aguas en la casa de máquinas, los resultados demuestran que el sistema contribuyó en la disminución de los sólidos totales, sólidos disueltos, sólidos suspendidos totales, demanda química de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno. Esta draga está contribuyendo considerablemente a disminuir la contaminación aguas abajo de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles. No obstante, la CNFL es la que está asumiendo el costo de todos los desechos que la población de la GAM descarga a los diferentes afluentes del Virilla y de aquellos municipios que no cumplen con sus funciones de recolección de basura adecuadamente.

### *Aprovechamiento de Agua*

El consumo de agua por volumen asignado a las diferentes actividades en la Cuenca del Río Grande Tárcoles, se pueden observar en la Figura 3.

El mayor volumen aprovechado de agua en la Cuenca del Tárcoles es por la fuerza hidráulica (cerca del 50%), le sigue en porcentaje el de riego, con un 26,04% y el de consumo humano con un 8,36%. Es interesante notar que en esta cuenca, el primer aprovechamiento de aguas consumitivo, dado en volumen

aprovechado, es el de riego y no el de consumo humano. La situación en número de concesiones de agua es diferente a la anterior. En esta cuenca el principal uso de agua en número de concesiones es el de consumo humano, con un 46%, seguido por el de riego con un 23% y el agropecuario con un 15% (Figura 4).



### *Situación Institucional*

A pesar de que la Cuenca del Río Grande de Tárcoles es la más deteriorada en calidad del país, es la región con menos iniciativa de organización social, para una gestión de recuperación ambiental. No obstante, algunas experiencias se vienen gestando, promovidos en general, por alguna organización no gubernamental, institución pública o académica.

### **Sobre el Río Tárcoles, la contaminación y la percepción comunitaria:<sup>1</sup>**

En el año 2004, el Partido Garabito Ecológico, apoyado por Coope SoliDar R.L., la Defensoría de los Habitantes de la República y la Municipalidad de Puntarenas, presentaron un Recurso de Amparo ante la Sala Cuarta en contra de la contaminación del Río Tárcoles.

<sup>1</sup> CoopeSoliDar R.L. 2006. Tárcoles: Una comunidad de pescadores artesanales en Costa Rica. Aportes a la conservación de los recursos marino-costeros del Golfo de Nicoya. 1 ed. San José, Costa Rica. CoopeSolidar R.L. 115 pags.



El recurso de amparo, con número de expediente 04-0088123-007, plantea que el indebido tratamiento de desechos sólidos y líquidos que se produce en cada uno de los cantones que rodean los cauces de las diferentes micro cuencas que drenan el cauce principal del río Grande de Tárcoles, provoca no sólo un impacto negativo sobre las playas ubicadas en el cantón de Garabito de Puntarenas sino también un gran daño ecológico que además implica disminución e inhibición del desarrollo turístico de las zonas afectadas. Este deterioro también afecta la calidad de vida de los habitantes, evidenciándose una actitud negligente de parte de las instituciones recurridas debido a que no han aplicado en forma eficaz lo establecido en la Ley General de Salud y en el Reglamento de Vertidos y Reuso de Aguas Residuales. Se señala que diariamente se vierten desechos hospitalarios, aguas residuales industriales y cloacales, sin ningún tratamiento previo, lo que causa un grave daño al ambiente que perjudica las poblaciones actuales y las futuras generaciones. El programa de manejo de la cuenca del río Grande de Tárcoles, determinó que ha entrado en una espiral de degradación que amenaza no solo la sostenibilidad de los recursos naturales en ella presentes sino además, la calidad de vida de sus pobladores y la de las futuras generaciones. Los afluentes líquidos del alcantarillado sanitario son vertidos directamente al río sin ningún tratamiento pues el 45% de la población de la cuenca no tiene alcantarillado ni efectúa ningún tratamiento a las aguas de desecho, lo cual genera deterioro en la calidad de las aguas superficiales y subterráneas de la cuenca, creando condiciones insalubres y contaminación en las fuentes de agua. Ese problema es consecuencia del crecimiento no planificado, la deforestación, la falta de previsión de los impactos del uso urbano y el desconocimiento de la capacidad del sistema de alcantarillado pluvial.

El Recurso de Amparo fue presentado en contra del Ministro de Ambiente y Energía, la Ministra de Salud, el Ministro de la Presidencia, el Gerente del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados y el Presidente Ejecutivo de la Caja Costarricense de Seguro Social, , así como también al Alcalde de Atenas, San Mateo, Orotina, Puriscal, Turrubares, Garabito, San Ramón, Palmares, Naranjo, Valverde Vega, Grecia, Alajuela, Mora, Poás, Barva, Santa Bárbara, Belén, Flores, San Rafael de Heredia, San Pablo de Heredia, Moravia, San Isidro de Heredia, Santo Domingo de Heredia, Vásquez de Coronado, Tibás, Montes de Oca, Curridabat, Alajuelita, Escazú, Santa Ana, Desamparados, La Unión de Tres Ríos, Cartago y San José.

### **Gestión Integrada y Participativa de Cuencas Hidrográficas**

Las Universidades Nacional y de Costa Rica, han venido promoviendo procesos sociales en las microcuencas urbanas, de tal forma que estas experiencias se puedan replicar y extender en la Gran Área Metropolitana.

Algunas de las experiencias de la Universidad Nacional:

- Apoyo a la comunidad de Mercedes Sur de Heredia, en un proceso de gestión en la microcuenca del Río Burío, convocado y promovido por un comité

comunal e interinstitucional. El éxito del proceso se debe principalmente a su creciente apropiación por parte de la comunidad, la articulación de esfuerzos institucionales, la organización de base y el involucramiento de los centros educativos. Dentro de las actividades impulsadas están las de evaluaciones de percepción de los problemas ambientales, determinación de la calidad del agua del río con indicadores físico, químicos y biológicos, tratamiento de aguas residuales con sistemas no tradicionales unihabitacionales. Estos sistemas, conocidos como biojardineras, se fundamentan en el desarrollo de procesos físicos, químicos y biológicos para la remoción o transformación de las sustancias contaminantes del agua residual, algunas de las cuales alimentan la misma biota que participa en la depuración. El estudio de macroinvertebrados bentónicos reflejó una mala calidad biológica del Río Burío, en todo su recorrido (Coto et al., 2007).

- Gestión territorial integrada del desarrollo micro regional en las micro cuencas de los cantones centrales de la Provincia de Heredia: Ríos Ciruela, Segundo, Bermúdez, Pará y Tibás. Este proyecto busca potenciar la gestión territorial integrada del desarrollo micro regional, en las cuencas de los cantones centrales de la provincia de Heredia: ríos Ciruelas, Segundo, Bermúdez, Pará y Tibás, en los cantones de Santa Bárbara, Barva, San Rafael, San Isidro, Santo Domingo, Heredia (cantón central), San Pablo, Flores y Belén y Fortalecer el desarrollo institucional de la UNA en el área de programas integrados, a través de estrategias metodológicas innovadoras para la gestión territorial integrada, incluyente de procesos de participación de agentes diversos que aporten al enlace del conocimiento científico y el saber popular.

Algunas de las experiencias de la Universidad de Costa Rica:

- La UCR junto con la Municipalidad de Montes de Oca, el MINAE a través del Área de Conservación Cordillera Volcánica Central, el MINSA, el ICAA, Cruz Roja Juventud, Guías de los Scouts, ONG'S y actores privados, se mantiene facilitando y catalizando un proceso social de gestión de microcuenca con miras a la recuperación de la Quebrada Los Negritos, localizada en su totalidad en el Cantón de Montes de Oca. Los principales componentes abordados en este proceso son aquellos que responden a los principales problemas identificados entre todos los actores: organización social en función de la microcuenca, recuperación de la margen de protección ribereña, recuperación de la calidad del agua del río, gestión de desechos sólidos y educación y sensibilización ambiental.
- Gestión Integrada y Participativa de la Sub-Cuenca del Río Jabonal, de la Cuenca del Río Barranca, Pacífico Central. Se promovió la conformación de la Asociación de la Sub-Cuenca del Río Jabonal. Desde el año 2006 se viene coordinando con esta Asociación y respondiendo a las posibles soluciones a los problemas identificados por los actores claves de la cuenca. Se tienen 9 proyectos de investigación-acción social con la participación de 9 unidades académicas de la UCR, incluyendo tres sedes regionales.

- Desde abril del 2006, se viene apoyando y fortaleciendo las capacidades de CIDECAT (Comisión Interinstitucional de la Cuenca Arenal – Tempisque) en colaboración con la Organización de Estudios Tropicales (OET).
- En la microcuenca del Río Purires, de la Cuenca del Río Reventazón, se promueve un proceso de organización social con los diferentes actores públicos, privados y comunales, de tal forma que se evalúa la contaminación y se buscan opciones de mitigar los impactos generados por los efectos de los contaminantes.

### *Calidad de aguas*

El cauce Virilla Tárcoles posee un extraordinario perfil longitudinal, esto es: en un recorrido de alrededor de 100 kilómetros pasa de los 1250 metros sobre el nivel del mar a 0 en su descarga en el Golfo de Nicoya, el cual es el receptor final de la contaminación aportada desde el Alto de Ocho Mogo en Cartago, toda la Provincia de San José, Heredia, Alajuela y parte de Puntarenas. Este perfil le aporta gran capacidad de reaireación a las masas de agua transportadas hasta su desembocadura en el mar. El tiempo de transporte o de viaje de la contaminación hacia el Golfo de Nicoya, el ecosistema receptor final, es de alrededor de 20-25 horas, lo que favorece el declinamiento de las bacterias coliformes fecales pero muy poco de la DBO (Ramírez, J. 2006).

El tiempo de transporte o de viaje de la contaminación hacia el Golfo de Nicoya, el ecosistema receptor final, es de alrededor de 20-25 horas, lo que favorece el declinamiento de las bacterias coliformes fecales pero muy poco de la DBO.

La fuente de contaminación más importante en la Cuenca del Río Grande de Tárcoles es la descargas de aguas residuales producidas por los principales prestadores de servicios públicos de la cuenca: ICAA, ESPH y las municipalidades (DIGECA, 2005). Se calcula que diariamente se vierten 250.000 m<sup>3</sup> de aguas residuales al Río Virilla. En veinticuatro horas esta agua alcanza el Golfo de Nicoya donde el impacto de la contaminación se hace sentir en los cantones costeros (Estado de la Nación, 2000). La concentración promedio de bacterias fecales en la desembocadura del Río Grande de Tárcoles es de 3.100 CF./100 mL, con una concentración máxima de 930.000 CF/100 mL (Mora, 2003). Es la concentración mayor identificada en todas las desembocaduras de ríos del país, de ambas costas.

El 62% de las aguas negras de la población localizada en la Cuenca del Río Grande de Tárcoles se descarga a tanque séptico, un 32% al alcantarillado sanitario y un 4% a letrina. El número de personas conectadas al alcantarillado sanitario, más aquellas sin tratamiento alguno son 684.825. La carga orgánica y los Sólidos Suspendidos totales de esta población, considerando que las aguas van crudas al río, es de 34,24 TM de DBO/persona/día y 28,76 TM/persona/día, respectivamente. La tasa utilizada para estos cálculos es la definida por la Organización Panamericana de la Salud (OPS).

El Laboratorio Central de Acueductos y Alcantarillado ha realizado sistemáticamente muestreos mensuales de la cuenca del Tárcoles, evidenciando los altos niveles de contaminación. Por ejemplo, en el caso del indicador de coliformes fecales se encontraron valores que fluctúan entre  $10^3$  y  $10^6$  NMP/100 ml durante todos los meses del año (Chamizo y Mora, 2007).

De acuerdo a los estudios realizados por el ICAA, la materia orgánica en términos de DQO, DBO y COT de la cuenca media a la desembocadura sufre pocos cambios en biotransformación, prevaleciendo mecanismos de dilución de la contaminación por el caudal elevado del Río Turrubares, los desfuegos del acuífero inferior de Colima, el aporte del Río Grande de San Ramón y otros tributarios. La concentración de amonio en las partes altas de la cuenca, alcanzan hasta 8 mg/L y desciende aguas debajo de la cuenca a valores entre 0 y 2 mg/L, mientras que los valores de nitratos van de 0 a 2 mg/L en la parte alta de la cuenca a valores de 5 y 7 mg/L en la parte baja. Esto por la biotransformación del amonio a nitrato (Ramírez, J.M. 2007).

Lo anterior significa que la cuenca del Tárcoles aporta niveles considerables de nitratos a la zona marino costera, que por corrientes alcanza el Golfo de Nicoya. De acuerdo con Ramírez (2007), el aumento de la cobertura del alcantarillado sanitario en la GAM y el tratamiento primario que se instalará, no reducirá en los más mínimo los niveles de nitratos del agua residual de los colectores, por el contrario conllevará a un aumento de los nitratos en la descarga al mar y por lo tanto al Golfo de Nicoya. El aumento de los nutrientes en el Golfo, aumenta la incidencia de booms algales, entre estos, de los dinoflagelados de las mareas rojas.

#### *Avances del Proyecto de Mejoramiento Ambiental del Área Metropolitana de San José del ICAA*

El ICAA se encuentra en la etapa de diseño de las redes, colectores y planta de tratamiento, con el fin de poder iniciar la construcción de la planta a partir del 2008 y ponerla en funcionamiento en el 2014. Con fondos propios el ICAA está construyendo la segunda etapa del alcantarillado en Los Guido, la Carpio, con fondos propios de 5 millones de dólares (Francisco Brenes, Director Proyecto Alcantarillado Sanitario, ICAA. Com. Pers., 2007).

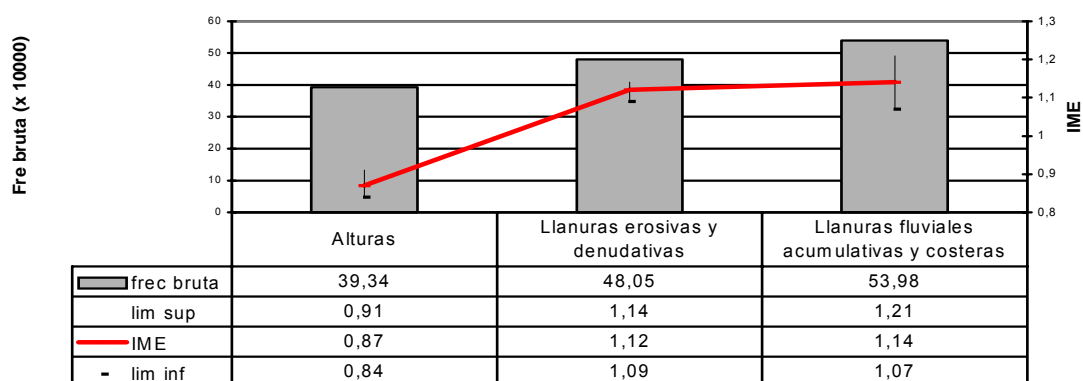
#### *Agua y Salud en la Cuenca del Río Grande de Tárcoles*

A través de un estudio epidemiológico tipo ecológico, que utiliza información sanitaria y ambiental secundaria, se hizo evidente la asociación entre la contaminación de la cuenca del Río Grande de Tárcoles y el riesgo de enfermar y morir (Chamizo y Mora, 2007). Esta situación se agrava en los grupos de mayor vulnerabilidad, niños y personas de tercera edad, que habitan los territorios de mayor rezago socioeconómico, localizados en la parte media de la cuenca y las llanuras. Esto dado al uso del agua con fines agrícolas y al mecanismo de transmisión de las infecciones por el agua y los alimentos.

La RMC (Razón de Morbilidad Comparativa) aumentó significativamente según se descendía de la parte alta del valle central aguas abajo hacia las llanuras del Pacífico, muy probablemente porque el nivel de contaminación del agua, el suelo y el ecosistema en general, tienden a un mayor deterioro. La población que habita en la meseta de la cuenca, tiene cerca del 30 % más probabilidad de enfermarse (Figura 5). La población que habita en los territorios de las zonas más altas se enfermó con mucha menor frecuencia y se protege un 13% respecto a la situación promedio del país.

**Figura 5.**

**Riesgo relativo estandarizado Diarreas y Gastroenteritis, según zonas geográficas en la cuenca del Río Grande de Tárcoles.**



Fuente: Chamizo y Mora, 2007, a partir de Registro de Egresos Hospitalarios de la CCSS.

**Estado de la Cuenca del Río Reventazón**

Un 43,20 % de las viviendas de la cuenca y un 62 % de los locales comerciales y de servicios de la cuenca, se abastecen de agua potable por medio de acueductos comunales o municipales. Las fuentes de agua que se utilizan para las labores de la finca provienen en un 68 % de quebradas o nacientes, solamente en un 12,56 % de los casos el agua proviene de cañería municipal (González y Poltronieri, 2002).

Un 96,2 % de las viviendas de la cuenca del Río Reventazón están ubicadas en zonas eminentemente rurales. El 98% de las viviendas habitadas cuentan con servicio sanitario exclusivo, de estas un 92,70% tienen tanque séptico. El 96,70% de las viviendas cuentan con baño exclusivo (González y Poltronieri, 2002).

### *Marco Legal e Institucional*

La legislación de nuestro país no reconoce a la cuenca como unidad o categoría de manejo del agua. Para poder llevar a cabo el proyecto en la cuenca del Reventazón fue necesario adoptar una ley especial. En el año 2000 se aprobó la Ley N° 8023, de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Alta del Río Reventazón (publicado en el Diario Oficial La Gaceta N° 203 del martes 24 de octubre del 2000), el cual en su artículo 3, crea varios órganos, entre estos, el único organismo oficial de gestión de cuenca en el país, la COMCURE (Comisión de ordenamiento y manejo de la cuenca alta del río Reventazón), el Comité consultivo, la Unidad ejecutora y los Comités Regionales.

La COMCURE está conformada por los jefes de siete instituciones públicas relacionadas con el sector ambiente, y dos representantes de la sociedad civil. A su vez, los representantes de la sociedad civil son miembros del Comité consultivo y designados por éste. El Comité consultivo tiene una mayor representación de la sociedad civil, así como representación de otras entidades públicas. En general, las instituciones públicas son los actores preponderantes de los órganos creados en la Ley 8023.

Hasta ahora, la COMCURE ha firmado 13 convenios de cooperación interinstitucional, participan directamente 27 instituciones y unos 90 profesionales dedican tiempo parcial o total al proceso de ejecución de más de 15 proyectos de campo localizados a lo largo de la cuenca.

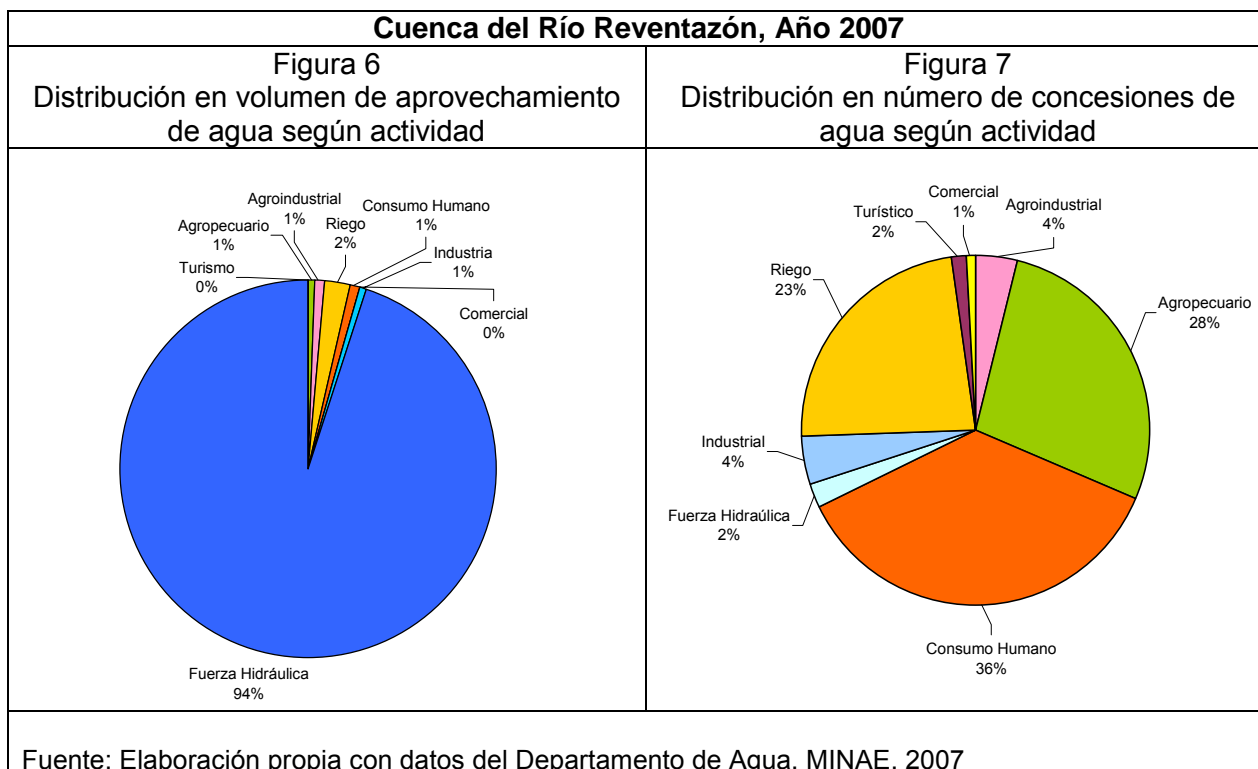
A pesar de que la COMCURE se encuentra en funcionamiento, el tema del manejo de fondos disponibles no es el mejor debido a que el organismo no cuenta con una generación ni recaudación de fondos propios, así que depende de la iniciativa colaboradora de los entes estatales y particulares implicados en el manejo de la cuenca. A su vez, en las limitaciones presupuestales y de integración con que se enfrenta la COMCURE imposibilitan que los proyectos de mejoramientos para la cuenca sean coordinados por la misma.

Debido a este y otros factores es que prácticamente la totalidad de las actividades que se están desarrollando en materia de manejo y conservación de la cuenca del Reventazón se han desarrollado a través de la gestión del ICE, quién mediante la implantación del plan de manejo para la cuenca del Río Reventazón por medio de la UMCRE, con la debida revisión y aval de la COMCURE, tiene actualmente la responsabilidad de dar asesoría y soporte a las comunidades y empresas involucradas en la cuenca.

Actualmente existe una iniciativa para reformar la Ley 8023, con el fin de facilitar la obtención de fondos mediante el cobro de cánones de aprovechamiento de aguas. Existe un Reglamento a la Ley 8023, identificado como el 30331-MINAE, el cual no agrega mucho en términos de implementación o detalle de los fines de la ley. Es apreciable que fue aprobado para llenar ciertos vacíos institucionales que impedían el arranque del proyecto. En consecuencia, no hay un reglamento que expanda o detalle el contenido de la Ley 8023.

**Usos del agua**

La distribución en volumen aprovechado de agua según actividad en la Cuenca del Río Reventazón se presenta en la Figura 6. El principal uso de agua en esta cuenca por volumen aprovechado es la fuerza hidráulica para generación hidroeléctrica (94,9%), seguido por el riego (2,12%). No obstante, el aprovechamiento del agua por número de concesiones, es mayor para consumo humano (36%), seguido para uso agropecuario (28%). El número de concesiones para aprovechamiento en fuerza hidráulica, representa solamente un 2 % (Figura 7).



En la cuenca alta del Reventazón, se produce el 38% de la hidroelectricidad del país, el 25% del agua potable del Área Metropolitana de San José; el 85% de la producción hortícola, el 33% de la ganadería y el 50% del cemento nacional, sin considerar los aportes de la parte baja de la cuenca (Plan de Manejo de la cuenca Reventazón, 2001).

**Situación de la calidad del recurso agua**

El Río Reventazón es el segundo río más contaminado de Costa Rica. Debido a los niveles de contaminación de sus aguas, se sitúa esta cuenca en el segundo lugar, con un porcentaje del 11% respecto a la contaminación total del país. Presenta una carga de DBO de 40 toneladas por día por efecto de los desechos domésticos, así como los industriales y los beneficios.

Los problemas de erosión y transporte de sedimentos representan un costo económico muy alto. Anualmente se estima 26 toneladas de sedimentos por hectárea, lo que implica la necesidad de desembalses. En promedio se realiza dos desembalses semestrales, cada uno tiene un costo de tres millones de dólares, lo que representa seis millones de dólares anuales por concepto de desembalses (Fallas, Funcionario del ICE, Com. Pers. 2007).

En la subcuenca del Río Agua Caliente, zona norte de Cartago, se han reportado tasas de erosión superiores a 100 ton/ha/año, debido a factores naturales como son el suelo, pendiente, precipitación, etc.; y a factores antropogénicos tales como la deforestación y las actividades agrícolas. La erosión de los suelos en esta zona, afecta negativamente la calidad de las aguas superficiales debido a que aumenta significativamente los sólidos presentes lo que se evidencia con los altos niveles de turbiedad que presenta el agua del río Reventado en el sitio de ingreso a la ciudad de Cartago. La contaminación difusa producida por la erosión de los suelos está directamente relacionada con la agricultura de la zona, y específicamente con los tipos de cultivo predominantes, la preparación del suelo y otras prácticas de manejo (Villegas, 1995).

El uso actual del suelo y las prácticas agrícolas de la zona norte y oeste de Cartago, no han cambiado en nada a la de los años noventas. Impera los monocultivos agrícolas y viveros de flores y follaje, con alto consumo de agroquímicos: fertilizantes y plaguicidas. Por efectos de precipitación y escorrentía, es inevitable el ingreso de los productos agroquímicos como fuente de contaminación difusa, a los cuerpos de agua. No se cuenta con ninguna referencia de análisis de estos químicos, en esta agua.

Las aguas negras en la Cuenca del Río Reventazón son descargadas principalmente (79%) por tanque séptico, seguido por alcantarillado en un 12%. La ciudad de Cartago es la única que tiene un sistema de alcantarillado sanitario en operación, conformado por una red que cubre el sector central y otras redes aisladas que operan en diversos sectores en la periferia de la ciudad. Las aguas residuales que recibe la red que cubre el sector central, entre las que se encuentran las del Hospital Max Peralta que merecen mención especial por su composición y riesgo, se descargan directamente sin tratamiento en la Quebrada Zopilote que es un afluente del río Aguacaliente.

Las otras redes existentes en su mayoría cuentan con una planta de tratamiento al final de la red, sin embargo, estas actualmente no funcionan, y algunas de ellas están prácticamente abandonadas, descargando los desechos directamente en los cauces de los ríos. La población estimada de personas que descargan las aguas negras sin tratamiento al Río Reventazón es de 63.372. Si convertimos este número en carga contaminante, se tiene 3.168,6 Kg de DBO/persona/día y 2.661,6 Kg de Sólidos Suspendidos Totales/persona/día.



### *Institucionalidad y Plan de Manejo de la Cuenca Río Reventazón*

El Plan de Manejo de la Cuenca del Río Reventazón lo inicia la Unidad de Manejo de la Cuenca -UMCRE del ICE, en el año 2000. Una de las primeras tareas en el plan de trabajo, fue la de promover la conformación de la COMCURE. En el año 2002, mediante decreto N° 30331-MINAE se aprueba el Reglamento a la Ley del Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Alta del Río Reventazón.

El Plan tiene ya 7 años de haberse iniciado, y el ICE continúa siendo la institución líder dentro de la COMCURE. Las principales actividades que se vienen ejecutando, van en función de la disminución del aporte de sedimentos, por efectos de la erosión. Algunos de los avances logrados son (ICE, 2006):

- Más de 100 fincas establecidas con sistemas agroforestales y silvopastoriles, que incluyen la introducción de árboles en cafetales, cercas vivas, rompevientos, linderos, ganado semiestabulado y suplementación de los animales con bancos forrajeros para la regeneración natural e introducción de árboles en áreas no aptas para pastos.
- Más de 200 ha preparadas con arados de cincel y 60 fincas con cultivos alternativos y practicas de conservación de suelos.
- Establecimiento de seis viveros forestales comunales, producción entre el 2001 y 2002 de más de 600 000 árboles, sembrados en la cuenca por 1200 reforestadores/as. Producción de 193000 plántulas y colocación de 237460 árboles entre 452 reforestadores en el 2005
- Más de 60 fincas con lombricomposteras y producción de bioabonos y 27 biodigestores construidos y funcionando.
- Rehabilitación de cauces y control de sedimentos, mediante obras de control de torrentes, control de erosión en las vías terrestres y obras de control de escorrentía en fincas.
- Educación ambiental con el módulo sobre el recurso hídrico utilizado por más de 3000 niños/as de cuarto grado entre 2001-2002, módulo para niños y niñas de pre-escolar y cuatro escuelas de jóvenes agricultores. En el 2005 se logró impartir el programa de Educación Ambiental a 1035 participantes y se concluye un nuevo módulo para cuarto grado “Descubriendo el Recurso Hídrico y su Impacto en el Ambiente”, que se utiliza con 20 maestros y 5 asesores del MEP.

### **Estado de la Cuenca del Río Tempisque**

La cuenca del Río Tempisque está localizada al Noroeste de Costa Rica, en la provincia de Guanacaste, una de las zonas más secas del país. El área de la cuenca es de 3.411 km<sup>2</sup>, correspondiente a un 6,69% del territorio nacional y un 60% de la provincia de Guanacaste. Comprende un intrincado mosaico de

ambientes naturales y zonas productivas (Fig. 1). La descarga anual promedio es de 27,4 m<sup>3</sup>/seg. Las ciudades principales de la cuenca son: Liberia, capital de la provincia, Filadelfia y Santa Cruz.

Para el año 2000, la población censada dentro de la Cuenca fue de 183.298 habitantes; alrededor del 4,0% de la población total del país, lo que la convierte en una de las regiones del país con más bajos niveles de densidad demográfica (29,4 hab/km<sup>2</sup> frente a 74,6 hab/km<sup>2</sup> para el país).

Hidrogeológicamente el Río Tempisque se forma a partir de la confluencia de los ríos Tempisquito y Ahogados. A partir de la confluencia del Río Colorado con el Tempisque, se inicia el valle aluvial del Río Tempisque. La cuenca presenta pendientes superiores al 7% en las partes altas y menores del 2% en las bajas. La mayor elevación es de 1.916 m.s.n.m. y ocurre en el volcán Santa María (Alpizar, 2004). Basados en la precipitación promedio de 1.833 mm, Oreamuno (2004) estima que el agua disponible en la cuenca del Tempisque es de aproximadamente 2,43 km<sup>3</sup> por año, de los cuales 1,61 km<sup>3</sup> corresponden a agua superficial y 0,82 km<sup>3</sup> a agua subterránea.

Mientras que la cuenca presenta exceso de agua en la época lluviosa que incluso provoca graves y recurrentes inundaciones, en la época seca la disponibilidad del recurso disminuye sustancialmente, con prolongaciones de hasta seis meses (Bermúdez et al., 2002).

Las inundaciones se producen por los problemas de drenaje relacionados con la topografía plano-cóncava y la impermeabilidad de los suelos en la cuenca baja del río Tempisque (Vargas, 1959 citado en Bermúdez et al., 2002).

Los acuíferos principales son los de las formaciones Bagaces y Liberia, que se encuentran superpuestos en la Meseta de Santa Rosa y abastecen a la ciudad de Liberia, y el acuífero coluvio aluvial de la Margen Derecha del río Tempisque. Éstos abastecen de agua potable a Liberia, Sardinal, Filadelfia, Belén, Santa Cruz y otras poblaciones menores (Bolaños et al., 1998).

#### *Marco Legal e Institucional*

El marco institucional que afecta el manejo del recurso hídrico de la región es, como en la mayor parte del país, altamente atomizado y centralizado. Algunas acciones esperanzadoras de cambio de escenario, están surgiendo desde los mismos pobladores y representantes institucionales locales. El Decreto Ejecutivo No. 26395 – MINAE Publicado en La Gaceta No. 202 del día 21 de octubre de 1997, crea la Comisión de Implementación del Plan de Manejo y Desarrollo de la Cuenca del Embalse Arenal. En los últimos años un grupo de instituciones (SENARA, MINAE, OET y UCR) han estado realizando gestiones para ampliar el enfoque de esta comisión a toda la cuenca Arenal-Tempisque, de ahí que se propone la modificación del Decreto a crear la Comisión de Implementación y Desarrollo de la Cuenca Arenal - Tempisque, (CIDECAT), la cual tendrá como función primordial efectuar las gestiones pertinentes para canalizar recursos de

infraestructura, técnicos y financieros, a nivel interno del país o externo al mismo, para apoyar de manera efectiva la ejecución de acciones que promuevan el manejo integral de la Cuenca.

CIDECAT, aún sin Decreto, ya existe y se mantiene con reuniones periódicas. A través del trabajo de esta Comisión se espera generar una Estrategia y Plan de Acción que detalle las actividades más urgentes a realizar en esta cuenca.

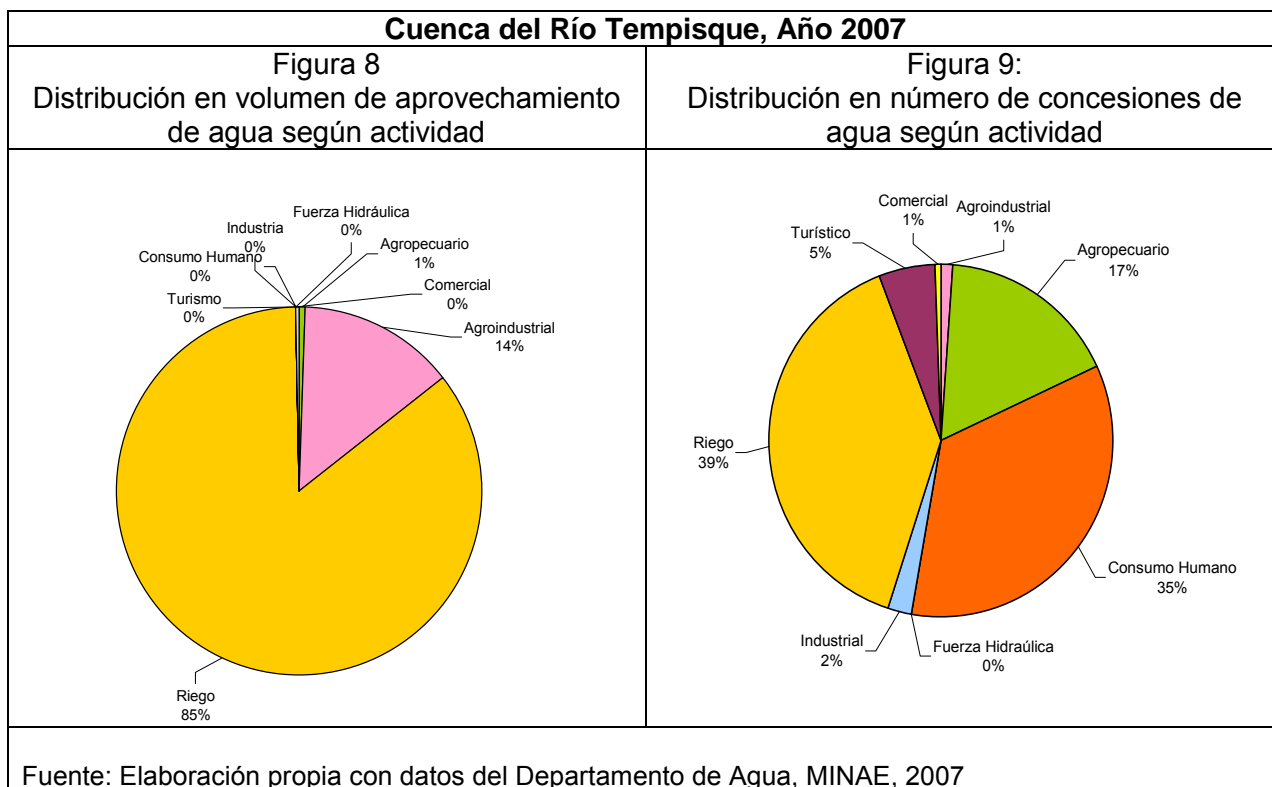
#### *Uso del agua*

El uso y manejo del agua en Guanacaste ha sido y es uno de los aspectos más críticos en la región. Esta es la única región en el país donde marcadas diferencias en la precipitación a lo largo del año, resultan en frecuentes sequías durante la época seca que afectan negativamente la agricultura, e inundaciones en la época lluviosa que causan daños a cultivos, infraestructura y asentamientos humanos.

La presión por el recurso y la carencia de información y políticas ha generado manejos deficientes del recurso. En la parte media y baja del Tempisque (aguas abajo de Guardia) se han otorgado concesiones sobre aguas superficiales por más de 20.5 m<sup>3</sup>/s del agua, aún cuando el caudal máximo de este sector raramente supera los 7 m<sup>3</sup>/s durante la época seca. Los recursos hídricos subterráneos están siendo extraídos a través de más de 2,800 pozos perforados, sin contar con datos sobre la cantidad real de agua extraída del acuífero o su capacidad (OET, 2006).

De acuerdo a los valores de volumen asignado de aprovechamiento y de número de concesiones de agua en la cuenca del Río Tempisque, el riego para uso agrícola es la actividad predominante con un 85,17% (Figura 8) y un 39% (Figura 9), respectivamente, seguido por el uso agroindustrial con un 13,95% (Figura 8) y de consumo humano con un 35% (Figura 9), respectivamente. A pesar de que no se reportan en esta cuenca, la actividad de mayor consumo de agua es la fuerza hidráulica, por los proyectos hidroeléctricos de Planta Arenal, la cual vierte las aguas en el embalse Santa Rosa y de ahí pasan a la Planta Corobicí para su segundo aprovechamiento. Luego las aguas son depositadas en el embalse Sandillal, el cual se encarga de abastecer la Planta Sandillal. Esta última Planta, realiza su desembalse en el Río Santa Rosa.

El aprovechamiento de agua en fuerza hidráulica no se reporta en la cuenca del Río Tempisque, debido a que la fuente de aguas original, proviene de un trasvase de la cuenca del Río San Carlos.



La caña de azúcar (24.000 ha), arroz, melón (5.300 ha) y pastos en la parte baja y media baja de la cuenca (Bermúdez et al., 2002), son los principales productos agrícolas producidos en esta cuenca. La agroindustria está centrada principalmente en caña y arroz, con los ingenios CATSA y El Viejo y algunas de las mayores industrias del arroz del país (El Pelón de la Bajura y CoopeLiberia). La acuacultura se ubica como actividad industrial, con las empresas Acuacorporación y Hacienda La Pacífica.

El turismo en Guanacaste ha venido desplazando a la actividad agrícola. El 50% de la inversión total hecha en turismo desde 1997 al 2003 se dio en la provincia de Guanacaste, lo que en términos monetarios significa \$200 millones de inversión declarada como turística. Más de 6.540 habitaciones se estarán construyendo en la zona costera en el próximo quinquenio. Megaproyectos que incluyen la construcción de embalses y bombeos de agua hacia la zona costera están siendo analizados como alternativas para cubrir esta demanda futura (EGIRH, 2005). Este crecimiento ha inducido a una alta demanda de agua, tomando como fuente prioritaria los acuíferos costeros, los que por lo general poseen una capacidad limitada y en los que se han presentado algunos casos de intrusión salina.

El crecimiento turístico en esta zona ha generado una serie de conflictos con las organizaciones locales, debido a la competencia entre usos del agua. De ahí la necesidad de planificar el uso del suelo futuro en función de la disponibilidad del

agua. Realizar los estudios hidrogeológicos es fundamental para la toma de decisiones y promover procesos de gestión de los recursos hídricos subterráneos.

Todas estas actividades productivas (agricultura, piscicultura y turismo) se ven afectadas por variaciones en la disponibilidad y calidad del agua en la cuenca. Cientos de empleos se ven afectados cuando las operaciones cierran temporalmente por variaciones en la calidad del agua disponible.

### *Calidad del agua*

La población localizada en la cuenca del Río Tempisque, descargan sus aguas negras prioritariamente a través del tanque séptico (67%), seguido por el sistema de pozo negro o letrina (22%). Las ciudades de Cañas y de Liberia cuentan con sistema de alcantarillado sanitario para una población cubierta de aproximadamente 5.500 y 14.000 habitantes, respectivamente. En esta ciudad y en Liberia, las aguas drenan a una planta de tratamiento, operado por el ICAA (Ramírez, J.M., 2003).

Se ha reportado concentraciones máximas de coliformes fecales a la desembocadura del Río Tempisque de 24.000 CF/100 ml. Esta concentración crea condiciones no permisibles para el contacto directo, tales como la natación, ni para actividades de piscicultura (Mora, 2003).

La calidad físico-química de las aguas de la Cuenca del Tempisque ha sido monitoreada por más de 10 años por el Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA) en convenio con SENARA. Durante ese período se ha detectado contaminación microbiológica en algunos de los puntos de muestreo y también alguna contaminación por compuestos inorgánicos y recientemente contaminación por plaguicidas en algunos puntos de muestreo: diurón (24,1 µg/L), clorotalonil (0,10 µg/L) y dimetoato (1,8 µg/L). Estos hallazgos son consistentes con el incremento de las actividades agrícolas (Beita, 2005).

Se ha calculado una carga total de elementos contaminantes que ingresan al ecosistema, de 42,4 y 33,4 TM de ingrediente activo, provenientes del consumo de plaguicidas en el área agrícola de arroz y caña, en las inmediaciones del sector norte del Parque Palo Verde, específicamente en las fincas de Bagatzí, Playitas y San Ramón, provincia de Guanacaste, irrigadas por el Proyecto de Riego Arenal-Tempisque. Los resultados de una evaluación física y química de las aguas colindantes con el sector norte del Parque identificaron la presencia de seis plaguicidas en concentraciones (µg/L) de hasta: 0,02 de αendosulfan, 0,04 de βendosulfan, cuatro de dimetoato, 0,4 de epoxiconazol, 1,5 de propicozanol y tres de ametrina. Evaluaciones biológicas de macroinvertebrados, antes y después de los cultivos, mostraron una calidad menor aguas abajo de las actividades agrícolas (Fournier et al., 2006).

Los Ríos Tempisque y Bebedero transportan una excesiva carga de sedimento que ocasiona un aumento en la cantidad de partículas depositadas en las partes bajas de las cuencas de ambos ríos, principalmente en los ecosistemas de mangle y los humedales de la región, y además en el Golfo de Nicoya (Bermúdez et al.,

2002). Se ha determinado concentraciones de sólidos suspendidos de hasta  $12.880 \pm 2.280$  mg/L en el Tempisque y en el Bebedero de  $810 \pm 110$  mg/L. En la estación lluviosa, el Río Tempisque muestra valores de sólidos suspendidos significativamente más bajos que en el verano, de  $320 \pm 70$  mg/L. En los sedimentos del Tempisque–Bebedero, hay de 30 a 35% de materia orgánica (Delgado, 2001).

### **Estado de la Cuenca del Río Grande de Térraba**

La Cuenca del Río Grande de Térraba se ubica en el Pacífico Sur del país, en una zona de alta pluviosidad, que varía de 2.000 mm en la zona sureste y 5.600 mm en la parte norte y media, factor que favorece la presencia de frecuentes deslizamientos a lo largo del cauce. Se localiza entre la Cordillera de Talamanca y la Fila Costera. Tiene un área de 5.077 km<sup>2</sup> de drenaje, siendo una de las de mayor tamaño del país. Está conformada por cuatro subcuencas: General, Coto Brus, Limón y Grande de Térraba (ICE, 1997).

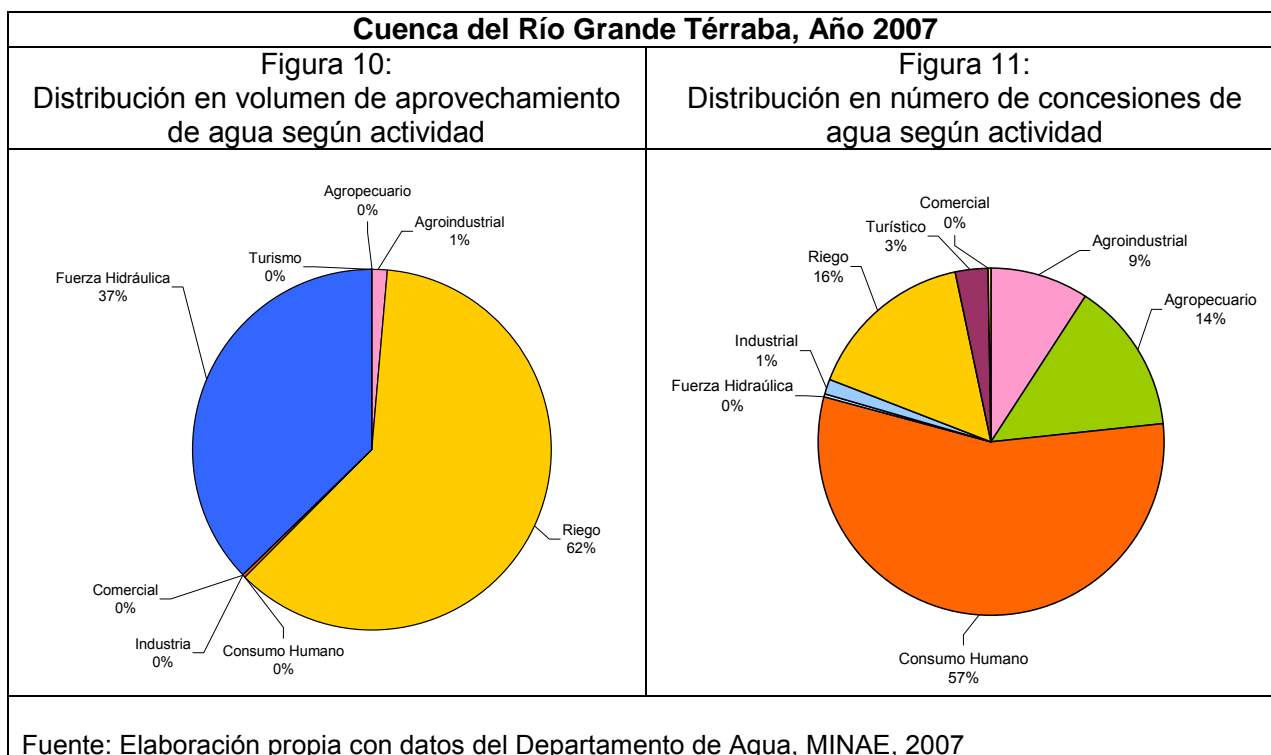
Las principales ciudades de la cuenca son: San Isidro del General, Buenos Aires, Coto Brus, Palmar Norte y Sur. Estas ciudades cuentan con baja densidad poblacional, lo que contribuye a un aporte de contaminación fecal y orgánica doméstica, menor a la de otras cuencas del país. El cambio de uso del suelo en los últimos 5 años, es de suelo dedicado al tucotucal, pastoreo o cultivo de café a suelos dedicados actualmente al cultivo de piña.

El Río Grande de Térraba desemboca en cinco esteros o bocas, donde se le unen los esteros conformados por los ríos Claro, Tigre, Rincón, Esquinas, Corredores y Sierpe, y la Laguna Sierpe conformando el Humedal Nacional Térraba Sierpe (HNTS). El HNTS es el humedal más grande del país (16.700 ha) y corresponde a una de las zonas de alta biodiversidad en especies terrestres y marinas, es por ello que en 1995, fue declarado un sitio de interés internacional por Ramsar (Convención de los Humedales Ramsar, Irán, 1991). Esta zona abarca los distritos de Puerto Cortés, Sierpe y Palmar (Norte y Sur) dedicados en su parte terrestre, principalmente (70%) a la vocación forestal y a la agricultura intensiva de cultivos de arroz y banano (Reyes et al., 2004). La actividad turística ha venido surgiendo de forma muy agresiva más recientemente. Propiamente en el humedal.

El HNTS enfrenta amenazas importantes. Entre ellas, aquellas que recibe externamente por los aportes de contaminantes acarreados por el agua de aguas arriba, tales como la sedimentación y contaminación química, por la actividad piñera de alta intensidad localizada en la cuenca media del Térraba y por las actividades económicas artesanales que se desarrollan propiamente en el sitio del humedal, tales como la extracción de pianguas, la pesca, la explotación del mangle para carbón, la agricultura y ganadería extensiva. Todas estas actividades se realizan de forma ilegal (Reyes et al., 2004)

**Aprovechamiento del agua**

La distribución en volumen de aprovechamiento de agua en la Cuenca del Río Grande de Térraba se puede observar en la Figura 10. El principal aprovechamiento de volumen de agua en esta cuenca es para riego en actividades agrícolas (62%), seguido por la fuerza hidráulica (37,29%). El caudal reportado para consumo humano es muy bajo. No obstante, si comparamos lo anterior con el volumen aprovechado del agua en número de concesiones, el porcentaje mayor corresponde al consumo humano con un 57%, seguido por el de riego con un 16% y el agropecuario con un 14% (Figura 11).



**Calidad de Aguas**

El ICAA cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario y con una planta de tratamiento de aguas residuales en Pérez Zeledón. Esta planta cubre una población superior a 11.000 habitantes, para el año 2003. Sería de esperar que teniendo esta planta, el aporte de contaminación doméstica y comercial sería bajo. Más sin embargo, por fallas en la operación de la planta de tratamiento, el vertido del agua residual de la planta contiene concentraciones de sólidos suspendidos y DBO superior al límite máximo permisible, de 50 mg/L para ambos parámetros, de 259 y 101 mg/L, respectivamente.

Resultados de un estudio anual de la calidad del agua superficial del Río Grande de Térraba, llevado a cabo por el ICAA en el año 2002, se determinó valores promedio anuales menores a 1000 N.M.P. de Coliformes fecales/100mL. En época lluviosa este promedio aumenta a 4.646 CF/100 mL y en época seca el promedio

disminuye a 638 CF/100 mL (Mora et al., 2002). Esto indica el aporte de contaminación fecal dado por el efecto de la escorrentía de las aguas de la cuenca. Mora et al. (2002), clasificó las aguas del Río Térraba con calidad “buena” para ser aprovechada para consumo humano con tratamiento. Así mismo, esta agua puede ser utilizada para riego, con excepción del cultivo de legumbres.

Estudios microbiológicos en la desembocadura de la cuenca, identificaron concentraciones promedio de coliformes fecales de 1.806 CF/100 mL. Esta concentración de coliformes, no es apta para el contacto directo a través de la natación, ni para riego, ni para cultivo de ningún organismo acuático (Mora , 2003).

No se cuenta con estudios de calidad físico-química y orgánica de las aguas del Río Térraba. Sin embargo, tomando en cuenta la expansión en el cultivo de la piña en esta cuenca, es de esperar que el aporte de sedimentos, nutrientes y contaminación química por plaguicidas aumente.

#### *Caracterización ambiental*

El ICE inició en el 2006 con la caracterización ambiental de la Cuenca del Río Grande de Térraba, en dos grandes líneas de investigación: la ictiofauna y la calidad físico, química y biológica de la cuenca, incluyendo el estudio de los macroinvertebrados acuáticos y el perifiton. Actualmente, el ICE incorporó otra serie de estudios.

#### **Estado de la Cuenca del Río Sarapiquí**

La cuenca del Río Sarapiquí se extiende al noreste del país con un área aproximada de 1.705 km<sup>2</sup>. Su área de influencia se localiza en las provincias de Alajuela y Heredia. Cuenta con una población de 66.220 habitantes. Aproximadamente el 80% de la cuenca se encuentra dentro de los límites del cantón de Sarapiquí que pertenece a la provincia de Heredia. Esta es una de las cuencas más importantes del país debido a su gran riqueza natural y por ser una fuente importante de desarrollo económico en la zona. En los alrededores de la cuenca se encuentran actividades agropecuarias, agroindustriales, comerciales, extracción de recursos naturales y turismo. La parte alta de la cuenca está dominada por áreas abiertas dedicadas al repaste de ganado de leche, de engorde y de áreas protegidas como es el caso del Parque Nacional Volcán Poás, Braulio Carrillo, Juan Castro Blanco, entre otras. En la parte media y baja es posible observar centros de población bastante amplios como es el caso de San Miguel, Río Cuarto, La Virgen, Puerto Viejo entre otros. Las tierras en esta zona siguen siendo utilizadas para el pastoreo del ganado con un significativo incremento de cambios de uso del suelo para dar paso a monocultivos como la piña y más en la parte baja con el cultivo intensivo de banano (Villalobos, 2005).

El Río Sarapiquí representa un importante elemento cultural e histórico para los habitantes de esta región y la población ha construido su identidad cultural alrededor de este río (CEDARENA, 2005).



Esta cuenca tiene un enorme potencial hidroenergético, contando en la actualidad con el Centro de Generación Toro el cual a través del complejo hidroeléctrico Toro genera una potencia de 90 MW, (24 megas de Toro 1, 66 de Toro 11), se tiene en estudio el futuro desarrollo del proyecto hidroeléctrico Toro 3 planificado para generar 50 megas, mientras que P.H. Cariblanco aportará una potencia de 80 MW, sin contar los diversos proyectos privados existentes (P.H. Volcán, P.H. Don Pedro, El Ángel) entre otros.

La construcción de proyectos hidroeléctricos en esta cuenca provocó una oposición bastante fuerte de las comunidades organizadas. Esto como consecuencia a la proliferación de proyectos hidroeléctricos sobre la cuenca del Sarapiquí. Actualmente existen seis proyectos privados: El Ángel, Suerkata, Doña Julia, Don Pedro, Volcán y Río Segundo. A estos proyectos se deben agregar los proyectos desarrollados por el ICE que son Toro I y Toro II y los proyectados P.H Cariblanco y Toro III.

### *Marco Institucional*

Como respuesta a las oposiciones a los proyectos hidroeléctricos, se realizó un plebiscito el 24 de setiembre del 2001. Este proceso creó el espacio de negociación de la comunidad frente a la opinión pública nacional e internacional. La Municipalidad de Sarapiquí, posterior al plebiscito, nombró una Comisión de seguimiento, con representación municipal, de la sociedad civil, del ICE y del MINAE. Los objetivos de esta Comisión fueron específicamente: lograr que la Cuenca del Río Sarapiquí fuera declarada como Monumento Histórico Natural (categoría inexistente en el Estado) y promover la búsqueda de fondos para lograr elaborar un Plan de Manejo Integral y Comunitario para la Cuenca del Río Sarapiquí con el fin controlar el desarrollo de la cuenca de una forma planificada y sostenible.

El ICE ante la necesidad constructiva del Proyecto Hidroeléctrico Cariblanco y ante la evidente problemática de riesgo de la paralización de las obras por parte de los grupos organizados emite un mandato legal por parte de la institución para crear la Unidad de Manejo de Cuenca del Río Sarapiquí (UCSARA) la cuál cumpliría la función de trabajar como un intermediario entre los encargados de las obras del proyecto y las comunidades aledañas, sobre todo con la comunidad de Puerto Viejo donde se concentraban las fuerzas opositoras más fuertes. Para desarrollar sus actividades propias, la unidad se basaría en la administración financiera de la UEN PSA (administración y logística). Dentro de sus trabajos además se incluiría una vez que las negociaciones entre institución y comunidad entablarán sería la realización del Plan de Manejo de la Cuenca, el cuál se encuentra en etapa de descripción y diagnóstico y que se espera tener para inicios del año 2007 (Villalobos, J., 2005).

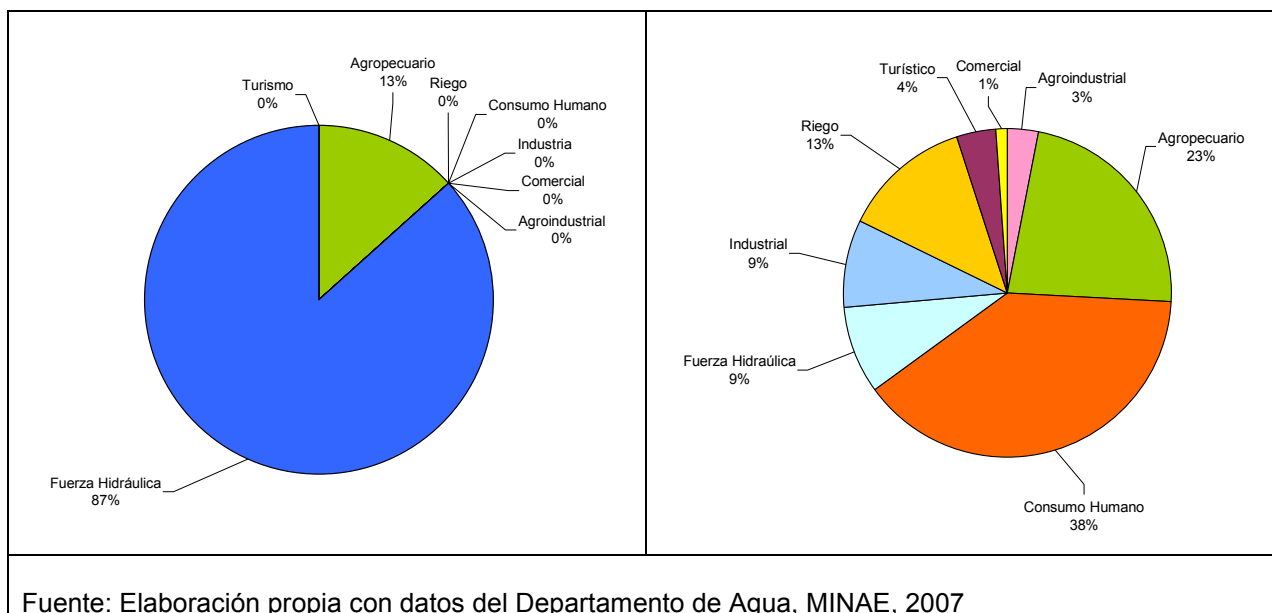
La UCSARA del ICE asumió el compromiso de apoyar con asesoría técnica, el impulso de iniciativas con características de auto-sostenibilidad para que fueran desarrolladas por productores o grupos locales u otras instituciones. Algunos de los logros alcanzados para finales del 2005 son:

- Proyectos de producción de abono orgánico, producción de biogás por medio de biodigestores y manejo de desechos sólidos como la disposición de envases de agroquímicos. Instalación de 131 biodigestores, como parte del proceso de transferencia de tecnologías entre productores.
- 51 fincas trabajando con lombricompost con asesoría del ICE, MAG e IDA.
- Siembra de árboles maderables propios de la zona en las riberas de quebradas y ríos y terrenos desocupados. Se ha entregado más de medio millón de árboles.
- Cuatro viveros en centros educativos contando además el instalado en la UCSARA. Producción de 200.000 mil arbolitos de diversas especies nativas de la zona.
- Materiales informativos y eventos divulgativos.
- Capacitación a 300 productores agropecuarios.

#### *Aprovechamiento del agua*

Basados en el caudal asignado a las diferentes actividades económicas en la Cuenca del Río Sarapiquí, la actividad de generación hidroeléctrica toma gran relevancia. Cerca de un 87% del volumen concesionado en esta cuenca se dedica a la producción de energía. La segunda actividad de importancia es el agropecuario, que representa un 13,30% del total del volumen de agua concesionado. Ni el turismo ni la actividad industrial, ha tomado auge en esta cuenca (Figura 12). Lo contrario ocurre si analizamos el número de concesiones de acuerdo al uso, el número de concesiones para fuerza hidráulica es apenas de 9%, mientras que el número de concesiones para consumo humano representa un 38%, seguido por el uso agropecuario (23%).

<b>Cuenca del Río Sarapiquí, Año 2007</b>	
<b>Figura 12: Distribución en el consumo de agua por los diferentes usos</b>	<b>Figura 13: Distribución en número de concesiones de acuerdo al uso del agua</b>



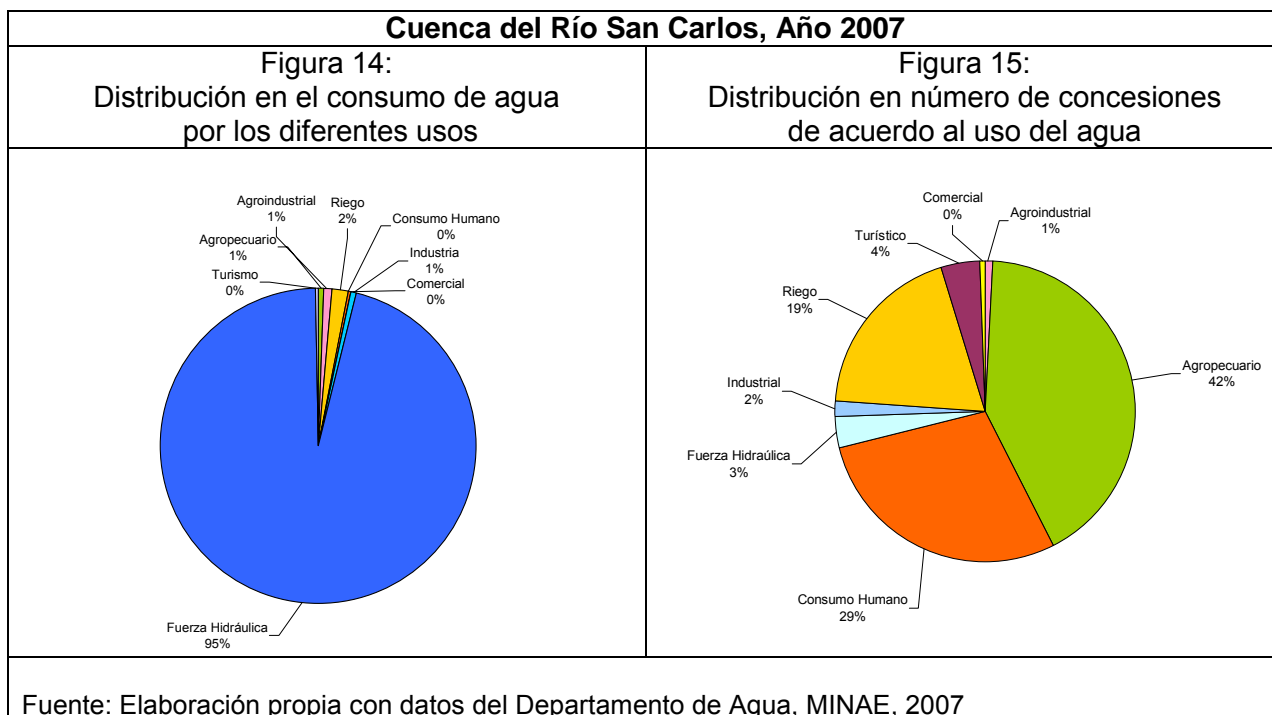
*Calidad del agua*

No se cuenta con estudios de la calidad del agua del Río Sarapiquí. Sin embargo, y tomando en consideración que el uso del suelo de la cuenca ha venido cambiando considerablemente a monocultivo de piña y banano, la probabilidad de contaminación por elementos químicos, tipo plaguicidas y nutrientes, es alto.

**Estado de la Cuenca del Río San Carlos**

*Aprovechamiento del agua*

El aprovechamiento del agua en volumen en la Cuenca del Río San Carlos es casi en su totalidad, para la fuerza hidráulica en generación eléctrica (95%) (Figura 14). Mientras que el aprovechamiento del recurso hídrico en número de concesiones en esta cuenca, es de un 42% para uso agropecuario, seguido por un 29% para consumo humano (Figura 15). El número de concesiones para la fuerza hidráulica, es de apenas un 3%.



La cuenca del Río San Carlos, no cuenta con mucha información disponible, ni en cantidad, ni en calidad de aguas.

## **Bibliografía**

- Alpízar, Randall. 2004. Estudio de impacto ambiental para toma de agua para riego del Río Tempisque. En: Estrategia de Gestión Integrada del Recurso Hídrico –EGIRH. Estudio de Caso cuenca Tempisque, Costa Rica. MINAE-BID, 2006.
- Arias, M. E. y Zúñiga, H.E. 2006. Efectos del Cambio Global en Costa Rica y la afectación en la recarga del Acuífero Santa Cruz. Escuela Centroamericana de Geología. Universidad de Costa Rica. Costa Rica.
- Beita, W. 2005. Informe Anual del 2005: Monitoreo Físicoquímico de la calidad del agua del Distrito de Riego Arenal Tempisque. Centro de Investigación en Contaminación Ambiental, Universidad de Costa Rica. Reporte para SENARA.
- Bermúdez, P., Rodríguez, R., Vargas, C. 2002. Identificación y caracterización de los impactos socioeconómicos y ambientales de la construcción del puente sobre el río Tempisque, Nicoya, Costa Rica. Tesis de Licenciatura, Escuela de Geografía, Universidad de Costa Rica.
- Bolaños, R., Echeverría, J. y Losilla, M. 1998. Plan de acción para la cuenca del Río Tempisque (Aspectos Biofísicos. Diagnóstico Funcional). Centro Científico Tropical. En: Estrategia de Gestión Integrada del Recurso Hídrico –EGIRH. Estudio de Caso cuenca Tempisque, Costa Rica. MINAE-BID, 2006.
- Coto, J., Salgado, V. y Pérez C. 2007. Mercedes Sur de Heredia avanza hacia la gestión integral participativa del recurso hídrico. Laboratorio de Manejo del Recurso Hídrico, Universidad Nacional.
- Chamizo, H.A. y Mora, D. 2007. Estudio Ecológico de las Enfermedades de Transmisión Hídrica en la Cuenca Hidrográfica Superficial del Río Grande de Tárcoles.
- Delgado, P. 2001. Factors Affecting Community Structure of Mangroves Associated with Point Bars and Islands in a Costa Rica Estuary. Baton Rouge, Louisiana: Louisiana State University, Ph.D. Thesis. 137 p.
- EGIRH-CR- MINAE (Estrategia para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en Costa Rica). 2005. Estudio de Caso Cuenca Tempisque, Costa Rica.
- Fournier-Leiva, M.L., Rizo, P.V., Castillo, L.E., Ruepert. C., Ramírez Muñoz F. y Morataya-Montenegro R. 2006. Diagnóstico del impacto agrícola sobre el Parque Nacional Palo Verde, Costa Rica. Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas, Heredia, Costa Rica. Universidad Nacional

- González, V. y Poltronieri, F. 2002. Análisis Multicriterio de los proyectos hidros, en las cuencas de los ríos Reventazón y Pacuare. Diagnóstico socioeconómico y cultural. Tesis. Universidad de Costa Rica.
- ICE (Instituto Costarricense de Electricidad), 1997. Plan maestro de la cuenca media del Río Grande de Térraba. Evaluación preliminar del potencial hidroeléctrico aprovechable de Costa Rica. Dirección de Planificación Eléctrica. San José, Costa Rica.
- ICE, 1999. Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Reventazón. Informe de Diagnóstico. 13. Caracterización de los Aspectos Ambientales. 13b. Calidad de Agua y Suministro de Agua.
- ICE, 2006. Informe Anual 2005. Unidad de Manejo de Cuencas. UEN Proyectos y Servicios Asociados. 310 p.
- INEC. 2006. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2004. Principales resultados. San José, Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- Mora, D. 2003. Calidad Microbiológica de las Aguas Superficiales en Costa Rica 1994-2003. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Laboratorio Nacional de Aguas.
- Mora, D.A., Portugués, C.F y Brenes, G. 2002. Calidad Microbiológica del Río Grande de Térraba. Período 2002. Revista Costarricense de Salud Pública
- Mora, D.A. y Portugués, C.F. 2007. Estado de Cobertura y Calidad del Agua para Consumo Humano en Costa Rica al Año 2006. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.
- Proyecto Estado de La Nación. 2000. Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. San José, Costa Rica.
- Ramírez, J.M. 2003. Informe de calidad de aguas residuales en los sistemas de depuración operados y administrados por ICAA y estudios especiales de interés institucional. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Laboratorio Nacional de Aguas. Área Físico-Química. Sección de Aguas Residuales. Costa Rica.
- Ramírez, J.M. 2006. Materia orgánica y nitrogenada descargada sobre el Río Virilla Tárcoles y su efecto sobre el Golfo de Nicoya. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

- Reynolds, J., Fraile, J e Hirata, R. 2006. Trends in Nitrate Concentrations and Determination of its Origin Using Stable Isotopes ( $^{18}\text{O}$  and  $^{15}\text{N}$ ) in Groundwater of the Western Central Valley, Costa Rica. *Ambio* Vol. 35, N°5.
- Reyes, V., Miranda, M., Monge, C. y Salas, F. 2004. Valoración Económica del Ecosistema Humedal Nacional Térraba-Sierpe y propuesta de mecanismos para su sostenibilidad, Costa Rica. Informe Final. UICN.
- Romero, C. 2007A. La perforación y explotación de las aguas Subterráneas en Costa Rica. Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento -SENARA. Área de Aguas Subterráneas. Costa Rica.
- Romero, C. 2007B. Informe de reunión en Viena del Proyecto con el OIEA. Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento - SENARA. Área de Aguas Subterráneas. Costa Rica.
- Soto, P. 1993. Sistema de Análisis de la variación del caudal en la Cuenca del Río Grande de Tárcoles y su aplicación en estudios de contaminación. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Mecánica. Universidad de Costa Rica.
- Villalobos, J. 2005. Estudio de Caso Proyecto Unidad de Manejo de Cuenca del Río Sarapiquí (UCSARA-ICE). Curso de Cuencas Hidrográficas, Maestría en Manejo de Recursos Naturales, UNED.