

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ**  
**CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO DE BOCAS DEL TORO**

RESULTADO FINAL DE LA INVESTIGACIÓN:

“ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO  
DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE LA CUENCA BINACIONAL DEL RÍO  
SIXAOLA”

Código: 20-04-04-00-2006-11

Línea de Investigación: Estudio de la calidad de agua de cuenca

Investigador Principal: Kherson Ruíz.

Organización de la Investigación.

Colaboradores:

Manuel caballero.

Análisis físico-químico.

Vanessa V. Valdés.

Análisis Zoológico y parasitológico.

Juana Montero.

Análisis bacteriológico.

Mitzila Rivera.

Análisis económico del proyecto

Esther Palmer.

Análisis comunitario.

Lidia Richard.

Muestreos y apoyo al análisis físico-químico.

Enrique Williams.

Ubicación de Coordenadas con GPS.

**2007**

Recibida su aprobación en el CRUBO en Nota VIP-DI-2006-REG060

## ACRÓNIMOS Y CONCEPTOS

**ACBTC:** Asociaciones del Corredor Biológico Talamanca-Caribe

**AyA:** Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

**Biocidas:** sustancias químicas en presencia de las cuales no es posible la vida. Habitualmente se utiliza este término para hacer referencia a aquellas sustancias químicas utilizadas para el control de vectores de enfermedades humanas y animales, así como de las plagas que sufre la agricultura. Los Biocidas pueden ser de diversos tipos: acaricidas (afectan a los ácaros), nematocidas (afectan a los nemátodos), fungicidas (afectan a los hongos), herbicidas (afectan a las plantas adventicias), insecticidas (afectan a los insectos), rodenticidas (afectan a los roedores, especialmente los cavernícolas) y helicidas (afectan a caracoles y babosas).

**BMWP-CR:** Biological Monitoring Party. Índice que evalúa la calidad del agua de los cursos fluviales (ANAI).

**Cloruros:** principales aniones inorgánicos en el agua.

**Coliformes Totales:** bacterias principalmente asociadas con los desechos humanos y animales. Este parámetro proporciona una medida de la contaminación de agua proveniente de contaminación fecal.

**Conductividad:** medida de la capacidad que tiene la solución para transmitir corriente eléctrica.

**CDB:** Covenio sobre la Diversidad Biológica

**DBO:** Demanda Bioquímica de Oxígeno es la cantidad de oxígeno usado por las bacterias bajo condiciones aeróbicas en la oxidación de la materia orgánica.

**DQO:** Demanda Química de Oxígeno es una medida equivalente en oxígeno del contenido de la materia orgánica en una muestra que es oxidable utilizando un oxidante fuerte.

**CUBRO:** Centro Regional Universitario de Bocas del Toro (Universidad de Panamá).

**EPA:** Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica.

**ERDS:** Estrategia Regional de Desarrollo Sostenible de la Cuenca Binacional del río Sixaola (BID, MEF, MIDEPLAN).

**Fosfatos:** compuestos que contienen fósforo. Son nutrientes vegetales que, al mismo tiempo, pueden ser contaminantes. Cuando penetran en el agua, contribuyen a la formación de algas, de la misma forma en que lo hacen los nitratos.

**GEF:** siglas en inglés del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (Global Environment Facility).

**Nitrato:** Nitrogeno en estado de oxidación. El Nitrato se forma de la composición de los compuestos nitrogenados, ejemplo: urea utilizada como un abono en las plantaciones. De la descomposición de los nitratos se forma amoníaco o amonio.

**Nitritos:** sales o ésteres del ácido nitroso. En la naturaleza los nitritos se forman por la oxidación biológica de las aminas o del amoníaco o por reducción del nitrato en condiciones anaeróbicas.

**OMS:** Organización Mundial de la Salud.

**OP-12:** Programa Operativo # 12 del GEF: Manejo Integrado de Ecosistemas.

**Organofosforados:** grupo de pesticidas artificiales aplicados para controlar las poblaciones plagas de insectos.

**Oxígeno Disuelto:** cantidad de oxígeno disuelto en el agua.

**PAC:** Programa Ambiental del Caribe.

**Pesticidas:** sustancias de control de plagas, incluyendo pesticidas, herbicidas y fungicidas utilizados en los cultivos para la prevención y el combate de plagas.

**PH:** Concentración de iones de hidrógeno.

**PNUMA:** Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

**Sólidos Totales Disueltos:** medida de la parte de sólidos en una muestra de agua.

**SPAW:** Protocolo Relativo a las Áreas y Flora y Fauna Silvestres Especialmente Protegidas (Protocolo que forma parte del Convenio de Cartagena).

**SVAP:** Stream Visual Assessment Protocol. Sistema de valoración de los hábitats acuáticos de los cursos fluviales (ANAI).

**UCR:** Unidad de Coordinación Regional de la Estrategia para el Desarrollo del Programa Ambiental del Caribe.

**UNCLOS:** Convenio de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar.

## INDICE

	<u>Págs.</u>
1. Enfoque y planteamiento metodológico	4
1.1 Objetivos	5
1.2 Alcance y contenido	5
1.2.1 Análisis y diagnóstico	6
Diagnóstico de la Calidad de las aguas Subterráneas de la Cuenca del río Sixaola	7
Diagnóstico de la Calidad de las aguas Subterráneas de la Cuenca del Río Sixaola	9
1.2.2 Línea de Base Ambiental e indicadores de la línea base	12
Conclusión	18
 Anexo N°1	
➤ Terminos de referencia para la elaboración del estudio de aguas residuales	21
 Anexo N°2	
➤ Convenio de Cartagena	25
➤ Estrategia para el desarrollo del programa ambiental del caribe	26

## **1 ENFOQUE Y PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO**

El agua es un recurso natural que cada día se vuelve más escaso debido al incremento de su consumo por parte de un mayor volumen de población, el crecimiento de nuevos sistemas de cultivo que demandan el recurso, así como por el incremento de la producción industrial. El incremento del consumo de agua va parejo al deterioro de su calidad, debido a la falta de sistemas de depuración que permitan su regeneración una vez usada. El incremento del consumo de agua afecta tanto a las aguas superficiales como a las subterráneas, a lo que se une las dificultades cada vez mayores para recargar los mantos freáticos debido a los procesos de deforestación, y el incremento de grandes y complejos sistemas agrícolas y suelo urbano en zonas de recarga de los acuíferos subterráneos.

El agua es un componente imprescindible en la vida del planeta, y su calidad es estratégica para el ser humano y la naturaleza, si tenemos en cuenta que el concepto "calidad" es la expresión de un conjunto de características de un bien o servicio para posibilitar la satisfacción de un usuario o consumidor. Considerando estos aspectos podríamos definir por contaminación de las aguas: la incorporación de elementos extraños al recurso que pueden ser de carácter físico, químico o biológico, y que hacen inútil o riesgoso su uso para el consumo humano, la vida acuática, la recreación, el riego, y su uso en sectores económicos como la industria, energía y transporte<sup>1</sup>.

La cuenca binacional del río Sixaola se ubica en la vertiente Caribe del istmo centroamericano, y se encuentra compartida por las vecinas Repúblicas de Panamá y Costa Rica; esta cuenca posee una extensión de conformada por 294.692 ha de las que el 80% forman parte de la República de Costa Rica y el 20% de la República de Panamá. En la cuenca no existe una estación seca bien definida y existe poca variación entre los meses lluviosos. La precipitación media anual en la cuenca es de 2.685 mm, lo que se traduce en un aporte multianual promedio de la cuenca al Mar Caribe de 5.456 millones de m<sup>3</sup> de agua por año<sup>2</sup>; lo que la convierte en una de las cuencas hidrográficas más importantes de la región Centroamérica.

Es importante convalidar que el gran caudal del río Sixaola, y la fuerza de sus crecientes, provoca importantes daños humanos y económicos, que afectan principalmente a la parte media y baja de la cuenca (Bratsi, Chase, Bribri, Sixaola y Guabito), en donde se ubican las planicies inundables de este río. Estas zonas de inundación coinciden peligrosamente con las zonas de cultivos (bananos, plátanos, etc.) las cuales no son capaces de fijar el suelo y retener los nutrientes y agroquímicos aplicados a los cultivos. Las crecidas periódicas del río Sixaola socaba los márgenes de los cultivos y arrastra los nutrientes orgánicos y biocidas de los suelos, provocando la alteración de los ciclos bioenergéticos en la desembocadura del río y en el mar Caribe.

Con los años los problemas apuntados han tendido a agudizarse paulatinamente, conforme se ha ido incrementando el proceso de colonización de los márgenes del río Sixaola y también del Telire, áreas en donde se ha deforestado con el fin de incrementar las superficies de cultivo. A lo anterior se añade el aumento en el uso de biocidas para el control de plagas en las plantaciones bananeras y plataneras, fundamentalmente en la cuenca baja, y el incremento de las descargas de aguas residuales domésticas de los poblados que circundan a los ríos de la cuenca, fundamentalmente al río Sixaola, conforme ha ido creciendo el poblamiento, la población y la actividad económica.

---

<sup>1</sup> Organización Mundial de la Salud. Guías para la evaluación de aguas potables de la OMS.

<sup>2</sup> EPYSA-INCLAM. Resumen Ejecutivo. Estrategia Regional de Desarrollo Sostenible de la Cuenca Binacional del río Sixaola.

El objetivo del presente estudio es analizar y diagnosticar la calidad de las aguas de la cuenca binacional del río Sixaola, perfilando una metodología que permita establecer la línea de base en la que se identifiquen las fuentes fijas y difusas de emisión de contaminantes, así como el sistema de monitoreo y evaluación en el tiempo de cada una de las acciones que han de implementarse para mejorar y conservar la calidad de las aguas de la cuenca en su nivel más óptimo.

### **1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

- Identificar y caracterizar las fuentes de emisión de contaminantes fijas y difusas en la cuenca del río Sixaola.
- Determinar los vacíos de información existente en la definición de la línea base de la calidad de las aguas de la cuenca del Sixaola.
- Establecer la línea de base de la calidad de las aguas del río Sixaola que permita monitorear en el futuro el recurso agua a partir de los datos obtenidos en la línea de base.

### **1.2 ALCANCE Y CONTENIDO**

El 4 de marzo de 1983 se suscribió en Cartagena de Indias (Colombia) el *Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino de la Región del Gran Caribe o "Convenio de Cartagena"* (Ver Anexo 2), que constituye el único tratado ambiental vigente para la Región del Gran Caribe. El Convenio de Cartagena cuenta con 21 Estados como Partes Contratantes de entre los 28 de la Región. Se trata de un Convenio marco que invita a sus Partes Contratantes a desarrollar protocolos y otros acuerdos para facilitar la implementación efectiva del mismo. El Convenio y sus Protocolos constituyen un compromiso legal de estos países para proteger, desarrollar y manejar sus aguas comunes, individualmente y conjuntamente<sup>3</sup>.

Posteriormente, en 1994, el Programa Ambiental del Caribe (PAC) Ver Anexo 2) del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) completó un estudio sobre las fuentes terrestres puntuales de contaminación marina en la Región del Gran Caribe. El informe final del estudio indicó que las aguas residuales domésticas son la fuente que más contribuye a la contaminación de las aguas del mar de la Región del Gran Caribe. A las aguas residuales domésticas le siguen seis categorías industriales: refinerías de petróleo, refinerías de azúcar y destilerías, procesamiento de alimentos, fabricación de licores y otras bebidas, industria de la pulpa y el papel e industrias químicas. Aunque no fue parte del estudio de 1994, que se enfocó sobre las fuentes puntuales, las fuentes de contaminación urbana y agrícola no puntuales, son generalmente reconocidas como contribuyentes significantes a la contaminación de la Región del Gran Caribe<sup>4</sup>.

El alcance de los compromisos del Convenio de Cartagena conlleva que los Estados signatarios se vean obligados a establecer los mecanismos apropiados para garantizar la sostenibilidad ecológica del ecosistema acuático. Este nuevo concepto de manejo y restauración de los ecosistemas acuáticos, permite desarrollar el enfoque de manejo desde la perspectiva de la sostenibilidad "Hidromorfológica y Ecología de Sistemas Estuarinos"<sup>5</sup>, la cual considera su recuperación y manejo adecuado si se consiguen los tres aspectos clave de la sostenibilidad Hidromorfológica:

---

<sup>3</sup> Protocolo relativo a la contaminación procedente de fuentes y actividades terrestres, del "Convenio para la protección y el desarrollo del medio marino de la región del Gran Caribe".

<sup>4</sup> UENP 2002. Un Protocolo en Acción. Fuentes Terrestres de Contaminación Marina en el Gran Caribe.

<sup>5</sup> Ibáñez, Carles. IRTA/Barcelona (Catalunya). Hidromorfología y Ecología de Sistemas Estuarinos. Bases para su Recuperación y Gestión Sostenible.

- **Sostenibilidad Geomorfológica:** la cual garantiza las subidas relativas del mar y el déficit sedimentario.
- **Sostenibilidad Ecológica:** la cual garantiza los niveles mínimos de contaminación, fragmentación del hábitat y los aspectos relacionados el cambio climático.
- **Sostenibilidad Socioeconómica:** la cual está garantiza a través de un uso de suelos adecuados y las políticas de desarrollo del Estado en la zona.

Lo anterior se enmarca en el ámbito de actuación de las propuestas formuladas en la Estrategia Regional de Desarrollo Sostenible de la Cuenca Binacional del río Sixaola y en el proyecto de Manejo Integrado de Ecosistemas de dicha cuenca (OP-12 del GEF). Considerando los anteriores aspectos se puede constatar que alcanzar la sostenibilidad ecológica en la Cuenca Binacional del río Sixaola constituye el punto central que permitirá definir las estrategias y evaluar los resultados de las actividades humanas que se desarrollan en la cuenca. Por todo ello, es importante definir con claridad el estado actual en el que se encuentran las aguas de la cuenca y establecer las bases que permitan monitorear, por medio de una metodología apropiada, las normas de manejo y uso del recurso agua de la cuenca integrando, además, los conceptos sociales que garanticen el aprovechamiento racional y el óptimo manejo del recurso hídrico.

El manejo propuesto para el recurso agua de la Cuenca Binacional del río Sixaola permitirá un uso y cuidado racional de este recurso natural, así como el cumplimiento de los compromisos y acuerdos de mejorar la calidad de las aguas del mar Caribe.

### 1.2.1 Análisis y Diagnóstico

Aunque se conoce que las actividades agrícolas que se llevan a cabo cerca de los cuerpos de agua afectan a los ecosistemas de agua dulce y, en consecuencia, a los ecosistemas marinos, por medio de residuos de biocidas para el control de plagas y nutrientes aplicados en la fertilización, al día de hoy no se ha valorado el impacto que este fenómeno tiene sobre los ecosistemas acuáticos de la cuenca binacional del río Sixaola. Por esta razón, y teniendo en cuenta el impacto que las aguas drenadas en la cuenca del río Sixaola pueda tener sobre los ecosistemas acuáticos terrestres y marinos (mar Caribe), es por lo que se va a proceder a caracterizar el estado actual (calidad) de las aguas subterráneas y superficiales de la cuenca del Sixaola, a fin de aportar los datos apropiados para tomar las decisiones políticas y técnicas adecuadas a fin de gestionar adecuadamente y binacionalmente el recurso agua, propiciando la sostenibilidad hídrica, ambiental y social del conjunto de la cuenca y del mar Caribe.

La conservación de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas de la Cuenca Binacional del río Sixaola es un factor determinante para que éstas sean susceptibles de ser aprovechadas en sus usos potenciales: abastecimiento a la población, baño, riego, soporte para la vida acuícola, usos recreativos e incluso, paisajísticos y medioambientales. El objetivo es el de definir para cada tramo de río los objetivos de calidad que deben cumplir en función de su uso<sup>6</sup>, para lo cual habrán de emplearse las metodologías más apropiadas. Básicamente existen tres metodologías para establecer la calidad de las aguas:

- **Método Tradicional Físico Químico.** Este método evalúa la condición de la calidad de las aguas a través de los aspectos físicos y químicos. La desventaja de este tipo método es el elevado costo de las pruebas, que se ve incrementado por los constantes cambios por la propia dinámica de los ríos.

---

<sup>6</sup> 1992 American Public Health Association. Examen de aguas y aguas residuales; décima octava edición.

- **Método Biológico.** En donde se establece el diagnóstico del agua a través de la presencia de especies que pueden considerarse como indicadores biológicos, las cuales brindan una información general sobre la condición del medio.
- **Método Integral:** Integra los aspectos contemplados en los métodos tradicional físico-químico y biológico.

#### *Análisis y Diagnóstico de la Calidad de las aguas Subterráneas de la Cuenca del Río Sixaola.*

El agua subterránea, en ciertas condiciones, constituye un importante recurso de abastecimiento para distintos usos. En algunas ocasiones las características propias del sistema natural determinan que la cantidad, accesibilidad y, en especial, la calidad del agua subterránea se torne inadecuada para algunos o todos los usos requeridos. Por lo tanto, es importante dejar claro que el agua subterránea no siempre es sinónimo de recurso disponible<sup>7</sup>. En muchas ocasiones los recursos hídricos subterráneos suelen perder tal categoría al estar afectados por distintas actividades contaminantes que incorporan al agua subterránea una variedad de sustancias tóxicas: metales pesados, compuestos orgánicos, organismos patógenos, etc.

En general, los contaminantes entran al medio subterráneo a través de tres caminos:

- La disposición de líquidos o productos solubles en el agua sobre la superficie del terreno
- El entierro de sustancias en el subsuelo, por encima del nivel freático
- La inyección de materiales en el subsuelo por debajo del nivel freático

Alvarado y Portugués<sup>8</sup> y Castillo y Ruepert<sup>9</sup> desarrollaron estudios sobre las aguas subterráneas del río Sixaola, en donde detectaron que los contenidos de hierro y manganeso presentaban valores superiores a los permitidos por la normativa concurrente en la materia. De igual forma en 1991 investigadores de la Universidad Nacional de Costa Rica encontraron residuos de plaguicidas en las aguas subterráneas del Valle de la Estrella, asociándose al uso de herbicidas aplicados en la agricultura.

Durante el desarrollo del presente "Estudio de la calidad de las aguas de la Cuenca Binacional del río Sixaola", se tuvieron dificultades para la recolección de muestras de pozos y acueductos privados, principalmente en las zonas bananeras, por lo que no se lograron obtener datos de los acuíferos vinculados al entorno del río Sixaola. Sin embargo, si consideramos la primera forma de contaminación de los mantos de aguas subterráneas podemos obtener una tendencia estimada al considerar la disposición de líquidos o productos solubles con el agua utilizada en la producción bananera en la cuenca media y baja del río Sixaola. Los residuos son canalizados y vertidos al cauce natural del río sin ningún tipo de tratamiento, los cuales podrían estar contaminando, además, las zonas de recarga de los acuíferos, de los que se extrae agua para el consumo humano en los campamentos y asentamientos humanos ubicados en las plantaciones bananeras.

De acuerdo con el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA)<sup>10</sup> en el cantón de Talamanca existen 23 acueductos que suministran agua no potable. Estos acueductos coinciden con las áreas en donde se extrae las aguas subterráneas para abastecimiento a la población, en donde el amplio uso de tanque sépticos, la ausencia de sistemas de alcantarillados con tratamientos de aguas residuales, unido al uso de fertilizantes en las

---

<sup>7</sup> [www.aguabolivia.org](http://www.aguabolivia.org) Monitoreo de aguas subterráneas

<sup>8</sup> M.Sc. Darner Mora Alvarado, Bach y Portugués, Carlos Felipe. Diagnóstico de la cobertura y calidad del agua para consumo humano en Costa Rica a principios del año 2000

<sup>9</sup> Castillo, Luisa y Ruepert, Clemens. Aguas subterráneas vulnerables a plaguicidas.

<sup>10</sup> Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Calidad de Agua Potable en Costa Rica. Situación Actual y Perspectivas.

áreas de recarga de las aguas subterráneas, se han convertido en un factor importante de riesgo a la salud humana y ambiental. De igual manera, para el caso de la cuenca media alta del río Sixaola, se pueden encontrar acueductos que obtienen el agua de cuerpos superficiales de buena calidad, los cuales solamente presentan problemas asociados con el aumento en los sedimentos que arrastran las aguas.

Una de las características que presenta la población de la cuenca baja del río Sixaola son los cuadros patológicos asociados a la presencia de enfermedades asociadas a la calidad del agua: disentería amebiana, disentería bacilar, cuadros diarreicos asociados a *Shigella sp* y hepatitis A. Estas patologías son típicas de zonas en las que se consumen aguas subterráneas, como son el caso de las poblaciones de Sixaola (Costa Rica), Guabito (Panamá) y áreas bananeras que se abastecen de aguas subterráneas que extraen de pozos que se encuentran en las cercanías de las plantaciones de musáceas, agua que posteriormente es usada para el consumo humano y su utilización en las empacadoras.

Al evaluar los resultados obtenidos en la investigación de la calidad de las aguas superficiales de la cuenca media del río Sixaola, realizada en el presente estudio, se observa que el incremento de los contaminantes provenientes de las actividades agrícolas desarrolladas en la zona coincide con los resultados previamente encontrados en los estudios realizados en la región. Este resultado es consistente con la información descriptiva para las aguas superficiales, en donde las concentraciones de hierro y los nitratos aumentan considerablemente, en comparación con las concentraciones reportadas aguas arriba. La presencia de estos elementos son fácilmente detectables a través de las características físicas como el olor, color y el sabor del agua.

Con el fin de evaluar la calidad de las aguas en las comunidades de la cuenca media del sector panameño, se procedió a desarrollar una gira de campo al sector en donde se desarrollaron entrevistas y consultas en las comunidades. En general, todas las comunidades entrevistadas expresaron que las aguas que provenían de los acueductos comunitarios eran de buena calidad; ya que procedían de acuíferos de la fila Kaskicha. Sin embargo, se procedió a recolectar heces de los niños de las escuelas con el fin de determinar el grado y la presencia de patógenos asociados con la contaminación de las fuentes de agua. El resultado de este estudio se presenta en el siguiente cuadro.

ANÁLISIS DE HECES DE NIÑOS DE LAS ESCUELAS DE ALGUNAS POBLACIONES DE LA RIBERA PANAMEÑA DEL RÍO SIXAOLA (mayo 2006)				
Especies Encontradas	Las Delicias Arriba	Las Delicias Abajo	Sibube Afuera	Tigre Hill
	%	%	%	%
<i>Ascaris lumbricoides</i>	0	16.7	33.3	33.3
<i>Uncinarias</i>	16.7	0	16.7	0
<i>Taenia</i>	0	0	16.7	0
<i>Trichuris trichura</i>	16.7	16.7	0	16.7

Los resultados del estudio demuestran que, aunque aparentemente el agua pareciera ser de buena calidad, las evidencias demuestran que existe contaminación en las tomas de aguas, situación que es preocupante ya que se podría deber a la contaminación fecal de los cuerpos de agua que abastecen los tributarios de donde se encuentran las tomas de aguas que abastecen los asentamientos comunitarios en la cuenca media. Estos problemas se asociaron con el proceso de colonización que están desarrollando los indígenas de etnia Ngöbe en la cuenca alta y media del río Yorkín.

#### Análisis y Diagnóstico de la Calidad de las aguas Superficiales de la Cuenca del río Sixaola

##### *Análisis y Diagnóstico en base al modelo de biomonitoreo de las aguas*

En el año 2000 las organizaciones no gubernamentales ANAI y las Asociaciones del Corredor Biológico Talamanca-Caribe (ACBTC) iniciaron el proyecto de biomonitoreo de ríos y quebradas de las cuencas medias de los ríos Sixaola y Estrella. Anteriormente al desarrollo de esta iniciativa no se había realizado estudio alguno orientado a evaluar el estado de las aguas superficiales de la cuenca del río Sixaola y del conjunto de la región natural en la que se enmarca, situación que mostraba un gran vacío de información en esta materia.

El proyecto de biomonitoreo analizó la situación de la calidad de las aguas de algunos de los cursos fluviales de la cuenca media del río Sixaola, aplicando el índice **Biological Monitoring Party** modificado para Costa Rica BMWP-CR y la valoración del hábitat por medio del sistema **Stream Visual Assessment Protocol (SVAP)**; con lo que se pudo verificar los cambios físicos que ocurren antropogénicamente en cada uno de los cursos de agua.

La aplicación del sistema de biomonitoreo anterior (BMWP-CR y SVAP) determinó que la calidad de las aguas de los cursos fluviales tributarios de del río Estrella y Sixaola todavía mantiene hoy día su estabilidad, lo que garantiza la calidad de las aguas aportada a la cuenca del río Sixaola. Además, se pudo inferir que las condiciones de la estructura de las márgenes de los ríos garantizan todavía el desarrollo de los procesos ecológicos y la integridad biótica del sistema. Sin embargo; aun cuando los índices indican que se mantienen en buen estado la salud de los tributarios de la cuenca alta y media del río Sixaola, es indispensable corroborar dichos datos a través de la realización de estudios Físico-Químicos que integren los conceptos y garanticen efectivamente la calidad de las aguas que aportan estos cursos fluviales al cauce principal de la cuenca, el río Sixaola.

ÍNDICE DE INTEGRIDAD BIÓTICA (ANAI, 2003)			
Sitio	Puntaje	Clase biótica	Comentarios
Río Watsi (arriba del puente Chase)	36	Pobre	El cauce se nota muy inestable, las orillas deforestadas, completamente expuestas al sol, faltan especies asociadas con el bosque, es posible que sea por contaminación de agroquímicos. Gran abundancia de peces lo que sugiere un exceso de nutrientes. Se registraron tilapias. (Posibles daños por eventos de Diciembre del 2002).
Río Watsi en Rancho Grande	31	Pobre	Se presentaron dificultades técnicas, en nuestra opinión el puntaje debe ser más alto. Mucha sombra, pero aún faltan especies asociados con bosque. Cauce inestable, cambia de año en año. Gran abundancia de peces sugiere exceso de nutrientes. Cambios debido al evento de Diciembre, 2002.
Río Sheuab @ Escuela Sheuab	48	Bueno	Sedimentación evidente, reflejado en número total de peces (bajo). Panzonas en mala condición (flacas), sugiere que no hay problemas por nutrientes. Dominancia de <i>Bryconamericus</i> entre las sardinias sugiere buena condición. Presencia de 2 especies intolerantes (bobo y <i>Priapichthys annectens</i> ) es muy positivo. Habían problemas técnicos, así que la muestra no fue completa.
Río Bris arriba boca	50	Bueno	Escasez de panzonas, aun en áreas secas, expuesto al sol, sugiere falta de problemas con nutrientes. Cierta nivel de sedimentación visible, pero todavía no reflejado en la comunidad biótica. Se nota la presencia de especies asociados con ríos mas grandes, probablemente se debe al tamaño de las pozas. Sitio difícil, puede merecer puntaje aun más alto. Por lo menos hay sedimentación visible y reciente en la bocana. Informantes locales hablan de cambios debido a colonización en la cuenca arriba.
Río Tscui arribre puente en Yorkin	50	Bueno	En nuestro juicio, el puntaje debe ser más alto. La condición se nota excelente. Sitio muy difícil de trabajar, que podría resultar en subestimar calidad. Sitio un poco atípico río muy rápido con muchas piedras grandes. Abundancia y tamaño de bobo es excepcional, quedan pocos ríos así en Talamanca. Dominancia de <i>Bryconamericus</i> entre las sardinias es raro en un río tan grande, y sugiere muy buena calidad de agua. Conservación de la cuenca R. Tscui (en ambos países) debe ser prioridad.
Quebrada Spendid, arriba potrero Rigoberto Morales	53	Bueno	Baja diversidad de especies (8), es natural en un riachuelo de este tamaño. Un pequeño parche de potrero tenía especies asociados con ríos impactados (panzona y <i>Archocentrus myrnae</i> ). Gran mayoría de la cuenca forestado, faltan fuentes de contaminación. Puede servir como Sitio de Referencia.
Quebrada Bratsi arriba carretera, Bratsi	46	Regular	Diversidad muy alta para un río tan pequeño (18 especies); no es buen indicador - mas bien representa invasión por peces del río. Abundancia de detritívoros sugiere fuente de nutrientes (agricultura Doméstico). Abundancia de especies asociadas con bosque indica que cobertura boscosa arriba es adecuado. Fuerte representación de especies intolerantes sugiere falta de contaminantes tóxicos. Individuos grandes de todos especies presentes, sugiere falta de presión pesquera. Sitio presenta una mezcla de indicadores positivos y negativos, así que el puntaje y bioclase parecen reflejar bien a la realidad.
Quebrada Amubri, arriba camino Katsi en Amubri	44	Regular	Sitio representa transición entre parte arriba con buena sombra, pozas grandes y parte abajo dominado por remansos secos con sombra de puro bambú (muy pobre como fuente de nutrientes para ecosistema acuática). Gran abundancia de peces, dominancia por panzonas, gran abundancia de <i>Archocentrus myrnae</i> (100 individuos o 9% de la muestra por este especie normalmente poco común) sugieren contaminación por nutrientes tal vez por presencia de ganado aguas arriba. Falta de sombra en ciertas partes resulta en números exagerados de ciertas especies. Abundancia de <i>Priapichthys annectens</i> sugiere que la contaminación por

ÍNDICE DE INTEGRIDAD BIÓTICA (ANAI, 2003)			
			agroquímicos no es muy fuerte. Abundancia extraordinaria de pez cuchillo (31 individuos). La falta total de camarones es llamativo, no hay explicación. Vecinos cuentan que cada cuantos años esta quebrada se seca por completo. Hemos observado lavado de banano en el río aguas arriba.
Río Cocolis en Suretka	44	Regular	Llama la atención la falta de especies intolerantes, incluyendo el bobo (en hábitat física idónea para este especie). Más arriba en R. Cocolis y su afluente, R. Cocolito, se ha notado abundancia del intolerante, <i>Priapichthys annectens</i> . Dominancia de <i>Astyanax aeneus</i> en las sardinas sugiere falta de diversidad de comidas para peces. Habían problemas técnicos, así que el puntaje podría ser artificialmente bajo; Sitio ubicado aguas abajo del fuente de agua potable para Suretka.
Río Shiroles @ Suretka	24	Muy pobre	Diversidad de especies adecuada, pero malo en casi todos los demás aspectos. Alta proporción de detritívoros (aun con falta de sustrato estable para desarrollo de "potreros" de algas) sugiere fuerte contaminación por nutrientes (tal vez incluyendo fertilizantes agrícolas). Dominancia total de <i>Astyanax aeneus</i> entre las sardinas sugiere poca diversidad de comida para peces. Ausencia casi total de peces asociados con bosque (5 de 1,129 individuos) refleja la deforestación total de las orillas. Falta de peces asociados con pozas refleja la pérdida de estructura poza/rápido por nivel de sedimentación extremo. Ausencia total de peces intolerantes sugiere contaminación por agroquímicos. Alta nivel de infestación por ectoparásitos relacionado con nutrientes y químicos. Temperatura elevada es limitante para muchos especies. Presencia de tilapias. No presenta gran problema en la parte muestreado, pero podría ser síntoma de problemas aguas abajo en Shiroles/Telire. Parece urgente reestablecer árboles y arbustos en la zona ribereña, así contribuyendo a formación de hábitat (raíces, ramas caídas), sombra, y estabilizando la orilla mientras que las plantas atrapan sedimentos y contaminantes antes de que lleguen al río.
Río Shiroles @ Shiroles	29	Pobre	Falta de sombra e inestabilidad del cauce resultan en mucha agua expuesto al sol, temperaturas elevadas, limitando a algunas especies. Falta total de peces intolerantes, incluyendo el bobo, aunque hábitat física lo favorece. Hay un exuberante crecimiento de algas, debido a la combinación de nutrientes y falta de sombra, así contribuyendo a la abundancia de panzonas (63% de la muestra). Las algas también favorece a las chupapiedras, pero temperatura es limitante, así que el número de chupapiedras son menos que esperado. Casi no hay pozas, debido a la inestabilidad del cauce. La sedimentación no es problema aquí, comparado con la situación aguas abajo en Suretka.
Río Chumuri (R. Shiroles) arriba carretera Sibuju	55	Excelente	Buena diversidad. No hay evidencia de niveles de nutrientes ni sedimentos en exceso de lo natura. 12 especies de peces intolerantes, debe ser presente también el bobo, pero tal vez encuentra el río "bloqueado" por condiciones adversas abajo en Shiroles/Suretka. Buena estructura de poza/rápido, reflejado en buena balance entre especies de aguas rápidas y estancadas. Alto porcentaje de especies asociados con bosque refleja buena cobertura boscosa en el sitio y su cuenca. Sirve como Sitio de Referencia.

*Análisis y Diagnóstico en base al modelo físico-químico y bacteriológico*

En la cuenca binacional del río Sixaola se identifican dos tipologías de fuentes de contaminación:

- La no puntual o difusa, y
- La puntual

Las fuentes de contaminación no puntual o difusa se vinculan directamente a las actividades productivas de base territorial, agricultura y ganadería. Estas fuentes se localizan en los campos de cultivo en los que se utilizan biocidas para el control de plagas y nutrientes para la fertilización, que son usados en grandes extensiones de terrenos y aportan contaminantes a los cuerpos de agua de la cuenca, ya que las actividades agrícolas se desarrollen en la proximidad de éstos.

Las fuentes de contaminación puntual se vinculan también a las actividades productivas de base territorial, cuando se manipulan los biocidas en un área pequeña: empacadoras, lugares en donde se preparan las semillas y zonas de almacenamiento y mezcla; y, además, a los vertidos de las aguas residuales provenientes de los poblados existentes en el ámbito de la cuenca.

En la cuenca baja del río Sixaola la contaminación no puntual o difusa se localiza en las zonas dedicadas principalmente al cultivo de plátano y en las plantaciones de banano; en donde se confirma la utilización de biocidas órgano-fosforados como los nematocidas, counter- etrophos y el producto Vidate, utilizados en las plataneras sin ningún tipo de control; mientras que la contaminación puntual se localiza en los canales de drenajes de las fincas bananeras, en donde se deposita el excedente de las aguas en las plantaciones, los drenajes en las empacadoras que contienen un alto contenido de cloro, detergentes y látex del banano<sup>11</sup>, y los puntos de vertido de las aguas residuales de los asentamientos humanos.

En relación al impacto de la agricultura en la calidad del agua de los cursos fluviales, hay que considerar que:

1. Las plantaciones de musáceas se encuentran en la cuenca media y baja del río Sixaola, en el segundo caso muy cerca de las zonas costeras.
2. Son cultivos que utilizan grandes extensiones de terrenos.
3. En estos sistemas de cultivo existe poca o ninguna protección a los ecosistemas acuáticos.
4. Son cultivos que dependen exclusivamente del uso de biocidas para el control de plagas y nutrientes para la fertilización, fundamentalmente en la cuenca baja.
5. Los biocidas utilizados suelen ser muy tóxicos para la vida acuática, lo cual genera mortalidades de fauna acuática en distintos periodos del año.
6. Estos biocidas son aplicados generalmente cerca o sobre los sistemas acuáticos.
7. La forma de aplicación de los biocidas favorece la dispersión, si es aérea las corrientes de viento los pueden transportar hasta los cuerpos de agua y si es manual los procesos de escorrentía los transportan a través de los sistemas de canales y drenajes de las plantaciones a los sistemas fluviales y, por último, al mar.

Al considerar todos estos factores y al correlacionarlos con los frecuentes e intensos periodos de lluvia que caracterizan a la Cuenca Binacional del río Sixaola, se constata que el agua lluvia facilita de forma ostensible el transporte de las sustancias contaminantes a los ecosistemas acuáticos dulces. En condiciones similares De la Cruz y Castillo (1998-1999) han reportado en áreas con plantaciones bananeras en la región de Tortuguero, en la

---

<sup>11</sup> Caja de Seguro Social. Informe del Programa de Salud Ocupacional.

costa Atlántica de Costa Rica (Región Húetar Atlántica), residuos de cipremetrina, edifenfos, metamidofos, oxadiaxon, quinclorac, ametrina y propanil; nematicidas, fenamifos, carbofurán, etopofos y cadusafos; además del fungicida propiconazol. De acuerdo con los valores del índice de toxicidad crónica casi todos los biocidas encontrados en la desembocadura del río Suerte presentaron un nivel de riesgo alto<sup>12</sup>, situación que podría extrapolarse al ámbito de la Cuenca Binacional del río Sixaola, considerando que las condiciones y los sistemas de cultivos son parecidos.

Iguals condiciones se han reportado por Castillo y Ruepert (1993)<sup>13</sup> y Castillo y Ruepert (1998)<sup>14</sup>, en donde los efectos de los biocidas producen efectos negativos en la reproducción y sobrevivencia de los juveniles (similar a los eventos reportados en las lagunas de San San Pond Sack –humedal del sector panameño de la cuenca del río Sixaola-), variación y cambios en el comportamiento y metabolismo para los peces, crustáceos, insectos acuáticos y algas; que además podrían considerarse un riesgo latente para la salud humana, considerando el hecho de que estas zonas, en las desembocaduras de los ríos, coinciden con zonas de pesca y recolección destinados para el consumo humano.

FUENTES DE CONTAMINACIÓN DIFUSA EN LA CUENCA DEL RÍO SIXAOLA					
Zona de la Cuenca	Actividades (Fuentes de contaminación difusa)	Rubros	Hectáreas	Tipos de Emisión	Nivel de Impacto
Cuenca Alta	Agricultura	Banano orgánico/ plátano mezclado con bosque	3.511,00	Por Identificar	Por Identificar
Cuenca Media	Agricultura Orgánica	Banano/Cacao	6.058,00	Sólidos en Suspensión	Bajo
Cuenca Baja	Agricultura Intensiva	Plátano/Banano	15.382,00	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Agroquímicos</li> <li>➤ Biocidas</li> <li>➤ Elementos Contaminantes de aguas subterráneas (Hierro, Nitratos)</li> </ul>	Alto

Fuente. Datos recopilados en campo

<sup>12</sup> M. de la Cruz, Elba y Castillo, Luisa (1998-1999): Presencia de Agroquímicos en Ecosistemas Acuáticos de las Zonas Costeras y Análisis Preliminares del Riesgo Ambiental.

<sup>13</sup> Castillo; L.E y Ruepert, C (1993): Impacto en el uso de Plaguicidas. Evaluación del Impacto ambiental en la fase de II proyecto de riego Arenal-Tempisque sobre el parque Nacional Palo Verde.

<sup>14</sup> Castillo; L.E y Ruepert, C (1998): Study of the fate and impact of organic and inorganic pollutants in the Costa Rican coastal zone.

FUENTES DE CONTAMINACIÓN FIJA EN LA CUENCA DEL RÍO SIXAOLA				
Zona de la Cuenca	Población Dispersa y Centros Poblados		Tipos de Emisión	Nivel de Impacto
	Panamá	Costa Rica		
Cuenca Alta			➤ Huevos de helmintos	Por Identificar
Cuenca Media	Yorkin	Suretka Bratsi	➤ Material Fecal en suspensión ➤ Aguas residuales domésticas	Bajo
Cuenca Baja	Las Tablas Guabito	Bribri Sixaola	➤ Material Fecal en suspensión ➤ Aguas residuales domésticas ➤ Desechos sólidos en suspensión	Alto

Fuente. Datos recopilados en campo

### 1.2.2 Línea de base de la calidad de las aguas de la cuenca binacional del río sixaola (método físico-químico y bacteriológico)

#### Introducción

A continuación se va a proceder a presentar el análisis y diagnóstico de la calidad de las aguas superficiales de la Cuenca Binacional del río Sixaola, así como los indicadores de la línea de base en materia de calidad de aguas, en base a los modelos físico-químico y bacteriológico. Para ello se realizó una gira de campo para identificar los puntos de muestreo que sirvan para monitorear la calidad de las aguas en este estudio y en estudios posteriores. En todo momento se utilizaron los métodos recomendados por la EPA<sup>15</sup> para el análisis de aguas y aguas residuales. Los puntos de muestreo de carácter permanente, que permitirán monitoreos sucesivos de las aguas de la cuenca binacional son los siguientes:

PUNTOS DE MUESTREO PARA EL MONITOREO DE LAS AGUAS DE LA CUENCA BINACIONAL DEL RÍO SIXAOLA			
PUNTOS DE MUESTREO <sup>16</sup>		COORDENADAS (X)	COORDENADAS (Y)
A	Cocoli (Bratsi)	287763	1057927
B	Cheis, Las Delicias	298398	1062775
C	Bajo Bribri	294528	1061024
D	La Mesa	316496	1050112
E	Guabito	323221	1050600
F	San San (Bomba A)	331371	1048713

Fuente: Datos recopilados en campo

15 EPA. Agencia de Protección Ambiental de los EEUU. Métodos Estándares para la examinación de aguas y aguas residuales

<sup>16</sup> Los puntos de muestreo seleccionados forman parte de los siguientes sectores de la Cuenca Binacional del río Sixaola: Bratsi (Cuenca Media), Bribri, Cheis, La Mesa, Guabito y San San (Bomba A) (Cuenca Baja).

De conformidad con el método de la EPA de los EEUU de Norteamérica se evaluaron “in situ” los parámetros turbidez, temperatura, pH, sólidos totales disueltos, oxígeno disuelto, Fosfatos, Sulfatos, Nitratos y Nitritos, mientras que en el “laboratorio” del Centro Regional Universitario de Bocas del Toro (Universidad de Panamá), se analizaron los siguientes parámetros: Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Cloro libre, Fluoruro y Hierro, con el fin de determinar el grado de contaminación proveniente de las aguas residuales de las empacadoras y aguas residuales de los poblados.

En cuanto al recuento de las muestras para análisis bacteriológico, ésta fue recolectada y preservada en frío en el campo con el fin de realizar el conteo de las colonias incubadas mediante microscopía óptica. Para la determinación de la presencia de huevos de helmintos se utilizó el método de Bailenger modificado por Bouhoum & Schwartzbrod<sup>17</sup>; que establece el procedimiento para la recolección y el tratamiento de las aguas. Cabe destacar que dentro de la categoría de los nemátodos intestinales se consideraron los géneros siguientes: *Ancylostoma*, *Trichuris*, *Ascaris*, *Strongyloides*, *Trichostrongylus*, *Toxocara*, *Enterobius* y *Capillaria*.

#### Análisis físico de las aguas

Los resultados del análisis de los parámetros físicos de las muestras tomadas en los puntos de muestreo son los siguientes:

PARÁMETROS FÍSICOS DE LAS AGUAS EN LA CUENCA BINACIONAL DEL RÍO SIXAOLA								
	HORA DE MUESTREO	VALORES RECOMENDADOS EPA	8:55 A.M.	10:10 A.M.	11:55 A.M.	2:35 P.M.	3:24 P.M.	2:00 P.M.
Nº	Parámetros		Punto A	Punto B	Punto C	Punto D	Punto E	Punto F
1	Oxígeno Disuelto (mg/l)	> 4.0	14.85	11.80	13.35	> 15	> 15	5.9
2	Ph	6.0 – 9.0	7.3	7.1	7.2	7.6	7.6	7.1
3	Salinidad (%)		ND	ND	ND	ND	ND	32.7
4	STD (mg/l)	< 36,000	47.5	42.5	41.9	41.8	40.2	31.4
5	Temperatura (°C)	28	23.0	23.6	24.1	25.1	25.3	32.2
6	Turbidez, FAU	< 25.0	123	49	137	298	318	4

Fuente: Laboratorio de aguas residuales del CRUBO

Punto A = Telire; (Cocolí)      STD: Sólidos Totales Disuelto  
 Punto B = Chase, Las Delicias      ND: No Detectable  
 Punto C = Bribri Abajo  
 Punto D = La Mesa  
 Punto E = Guabito  
 Punto F = Bomba A. San San

<sup>17</sup> Strauss. M. 1991. Human wasteuse: health protection practices and scheme monitoring. Water Sci. Technol. 24: 67-79.

De los resultados obtenidos se observa que los aspectos físicos de la estructura de las aguas de la cuenca del Sixaola nos muestra la no existencia de una diferenciación marcada entre puntos de muestreo, exceptuando la turbidez de las aguas, situación que está relacionada con los sedimentos movilizados por las actividades agrícolas, que provocan el incremento en la turbidez de las aguas del río Sixaola. Sin embargo, en términos generales, las condiciones físicas de las aguas del río presentan un buen estado de conservación; exceptuando como ya mencionamos el parámetro de la turbidez, que supera en todos los puntos muestreados los niveles mínimos permisibles.

No obstante lo anterior, se observa que para el caso específico **del río San San** las condiciones para las variables de oxígeno disuelto y la temperatura se encuentran muy cerca de los límites mínimos permisible. Esta situación se encuentra relacionada con el hecho de que las fuentes de oxígeno se vinculan con la aireación por la velocidad en el caudal, lo cual es consecuente con la realidad del las aguas de la cuenca baja y las zonas de influencia. Los datos muestran que la carga de nutrientes y la capacidad del sistema para poder oxidar la materia orgánica disuelta en el agua, está muy cerca de los límites permisibles para este sistema, lo que nos indica que el mal manejo de los nutrientes en la cuenca media afecta directamente a las condiciones de los ecosistemas en la cuenca baja.

#### *Análisis químico de las aguas*

La caracterización química de las aguas comportó el análisis de dos aspectos básicos, el primero asociado a la cantidad de materia orgánica y la disponibilidad de oxígeno disuelto para oxidar la materia y, el segundo, la cantidad de nutrientes en el agua, que se encuentran asociados con las concentraciones de compuestos nitrogenados y fosforados. Para caracterizar químicamente las aguas de la cuenca se utilizaron dos métodos para medir la cantidad de materia orgánica presente en el agua: la medida de la demanda biológica de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO). Estos dos métodos se basan en la valoración de la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar diferentes fracciones de la materia orgánica presente en el agua.

Los valores de la DQO han de estar en relación con los de la DBO. Si la DQO es mucho mayor que la DBO una parte importante de la materia orgánica presente en el agua no será fácilmente biodegradable; por lo que las aguas estabilizadas biológicamente tienen una relación  $DBO/DQO = 0.12^{18}$ . Con base en los resultados obtenidos en los muestreos podemos observar que desde este punto de vista los niveles bacterianos y microbiológicos no son considerables para las aguas de la cuenca. Esto se refleja considerando los elevados niveles de oxígeno disuelto en el agua en todos los puntos de la cuenca y, a la vez la baja concentración de colonias de coliformes en las aguas de los ríos, los cuales no son significativos ya que se encuentran por debajo de los niveles mínimos permisibles en el caso específico del río Sixaola.

Para el caso específico de de los nitratos y fosfatos, es importante destacar que, aunque los niveles se encuentren por debajo de los permisibles, su comportamiento es similar al comportamiento del flujo de los nutrientes en las aguas del río Sixaola y las zonas de influencia de la cuenca. El incremento en la concentración de nitratos y fosfatos, a medida que el río Sixaola se acerca a su desembocadura, nos indica que los valores aumentan por el incremento en el arrastre de nutrientes, principalmente en los últimos dos puntos de muestreo, en donde coinciden además con las zonas de cultivo intensivo del banano. Para el caso especial de los sulfatos y fosfatos se observa que en los puntos de muestreo no existe un grado de contaminación que pudiera alterar el ecosistema. Sin embargo, es importante destacar que el sistema es muy dinámico y solamente a través de un estudio más detallado podríamos aseverar la anterior afirmación sobre los ecosistemas acuáticos del río Sixaola y en sus áreas de influencia.

---

<sup>18</sup> Universidad de Navarra. Principios y microbiología del tratamiento de aguas residuales

PARÁMETROS QUÍMICOS DE LAS AGUAS EN LA CUENCA BINACIONAL DEL RÍO SIXAOLA								
	Hora de Muestreo	Valores Recomendados EPA	8:55 A.M	10:10 A.M.	11:55 A.M.	2:35 P.M.	3:24 P.M.	2:00 P.M.
Nº	Parámetros		Punto A	Punto B	Punto C	Punto D	Punto E	Punto F
1	D B O ( mg/l)	> 25	<2	< 2	< 2	< 2	< 2	9.2
2	DQO (mg/l)	5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	Fosfato (PO4-3) (mg/l)	> 1.00	1.93	1.18	1.62	3.30	3.32	0.62
4	Nitrato (NO3-N) (mg/l)	10	1.4	0.3	0.2	6.5	9.5	0.7
5	Nitrito, (NO2-N) (mg/l)	1.0	ND	ND	ND	4.0	4.0	1.0
6	Sulfato, (mg/l)	250	ND	ND	ND	ND	ND	140

Fuente: Laboratorio de aguas residuales del CRUBO

Punto A = Telire; (Cocolí)                   STD: Sólidos Totales Disuelto  
 Punto B = Chase, Las Delicias            DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno  
 Punto C = Bribri Abajo                    DQO: Demanda Química de Oxígeno  
 Punto D = La Mesa                         ND: No Detectable  
 Punto E = Guabito  
 Punto F = Bomba A. San San

	Hora de Muestreo	Valores Recomendados EPA	8:55 A.M.	10:10 A.M.	11:55 A.M.	2:35 A.M.	3:24 A.M.	2:00 A.M.
Nº	Parámetros		Punto A	Punto B	Punto C	Punto D	Punto E	Punto F
1	Cloro libre ( mg/l)	1.5	1.01	0.39	1.00	2.08	2.46	0.15
2	Fluoruro (F) (mg/l)	1.0	ND	ND	ND	ND	ND	0.7
3	Hierro (Fe) (mg/l)	< 0,50	2.00	1.77	2.58	> 3	> 3	0.62

Fuente: Laboratorio de aguas residuales del CRUBO

Punto A = Telire; (Cocolí)  
 Punto B = Chase, Las Delicias  
 Punto C = Bribri Abajo  
 Punto D = La Mesa  
 Punto E = Guabito  
 Punto F = Bomba A. San San

*Análisis bacteriológico y parasitológico de las aguas*

Los resultados del análisis de los parámetros bacteriológicos y parasitológicos de las muestras tomadas en los puntos de muestreo son los siguientes:

CARACTERIZACIÓN BACTERIOLÓGICA Y PARASITOLÓGICA DE LAS AGUAS EN LA CUENCA BINACIONAL DEL RÍO SIXAOLA		
PUNTO DE MUESTREO	ESPECIES IDENTIFICADAS	CONCENTRACIÓN
Punto A	<i>Ascaris lumbricoides</i>	0.2 h/l
	<i>Escherichia coli</i>	<20 ufc
Punto B	<i>Ascaris lumbricoides</i>	0.2 h/l
	<i>Escherichia coli</i>	< 20 ufc
Punto C	<i>Ascaris lumbricoides</i>	0,4 h/l
	<i>Escherichia coli</i>	< 20 ufc
Punto D	<i>Ascaris lumbricoides</i>	0.4 h/l
	<i>Trichuris trichura</i>	0.2 h/l
	<i>Taenia saginata</i>	0.2 h/l
	<i>Escherichia coli</i>	< 20 ufc
Punto E	<i>Ascaris lumbricoides</i>	0.8 h/l
	<i>Trichuris trichura</i>	0.2 h/l
	<i>Escherichia coli</i>	< 20 ufc

Fuente: Laboratorio de aguas residuales del CRUBO

\* ufc: Unidades formadoras de colonias no mayor a 20 colonias/100 mililitros

Punto A = Telire; (Cocoli)

Punto B = Chase, Las Delicias

Punto C = Bribri Abajo

Punto D = La Mesa

Punto E = Guabito

Los helmintos representan un elevado riesgo para la salud humana debido a que sus diversos estadios infecciosos (huevos embrionados o larvas) son altamente persistentes en las aguas contaminadas. El agua se comporta como un vector o vehículo directo o indirecto de diseminación de helmintos, aun cuando se encuentren en bajas concentraciones, dando lugar a enfermedades gastrointestinales, sobre todo cuando el agua se emplea para el consumo humano y actividades domésticas.

Las aguas del río Sixaola sufren las descargas de las aguas sanitarias de los núcleos de población y aguas residuales provenientes de los usos agrícolas, pecuarios y domésticos, entre otros. En los cinco puntos de muestreo se encontraron huevos de helmintos en niveles superiores a los valores máximos permitidos (1

huevo/litro)<sup>19</sup>. Los huevos de helmintos se encontraron en todos los puntos de muestreo, lo que indica que las aguas de los ríos Telire y Sixaola se están utilizando para verter los desechos fecales de las personas que habitan en la cuenca media y baja de la cuenca. Si se observan los datos con detenimiento se nota que los valores y el número de las especies se incrementan a medida que las aguas pasan por las zonas pobladas.

Los datos referentes a la fauna bacteriológica nos indica que, aunque se encontraron coniformes fecales, al ser las concentraciones de éstos inferiores a 20 UFC/100 ml no muestran una concentración significativa para los puntos muestreados, situación que está en relación directa con la dilución de las aguas vertidas por los poblados en los ríos, lo que evita que los niveles de contaminación excedan los niveles permitidos permitidos. Sin embargo, hay que tener en consideración el dinamismo del sistema acuático, en donde los niveles de concentración de la fauna bacteriológica varían dependiendo de la descarga de las aguas de las microcuencas al sistema del río Sixaola.

### *Conclusiones*

En base a los resultados obtenidos a través de la información primaria y secundaria, se obtienen las siguientes conclusiones:

- ⇒ En la Cuenca Binacional del río Sixaola no existe un protocolo adecuado para el desarrollo de un programa de monitoreo y seguimiento de la calidad de aguas superficiales. Aunque en Costa Rica y Panamá existen normas claras y específicas para analizar las aguas para el consumo humano, no existe homologación de los criterios de monitoreo de los niveles de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. Por tanto es necesario homologar y validar los procedimientos metodológicos y los parámetros a analizar, a fin de permitir evaluar los niveles de contaminación de las aguas subterráneas y superficiales de la cuenca del río Sixaola.
- ⇒ El sistema de biomonitoreo de la calidad de las aguas en la cuenca media del Sixaola (índices BMWP-CR y el protocolo SVAP) muestra que, en conjunto, la calidad es buena. Sin embargo esta condición se encuentra amenazada por el cambio en los hábitos de conducta y la colonización espontánea, por lo que es importante establecer un proyecto integral de manejo del conjunto de la cuenca que permita minimizar los impactos generados por el aumento de la población y el uso del suelo.
- ⇒ Las técnicas de producción y los sistemas de cultivos utilizados, fundamentalmente en la cuenca baja del Sixaola, favorecen el traslado de las aguas servidas contaminadas al río y, aunque al día de hoy, no representan un riesgo crítico para el ecosistema, las variaciones en la dinámica de los nutrientes en la cuenca podrían afectar en un futuro considerablemente a los ecosistemas del río Sixaola, por lo que sería indispensable poner en marcha un protocolo de investigación que permita armonizar los parámetros y los criterios para desarrollar una investigación orientada a determinar los tipos y concentraciones de los principales contaminantes de la cuenca.
- ⇒ La cuenca baja del río Sixaola se encuentra impactada por el aumento de la población y los sistemas de cultivo presentes en la zona, los cuales vierten las aguas residuales de los núcleos poblados directamente al río a través de los sistemas de drenajes de las plantaciones y de los sistemas de cultivos intensivos en las plantaciones bananeras, lo que se evidencia con el incremento en los valores reportados para los

---

<sup>19</sup> Esperanza Ponce Torrecillas. 2004. Monitoreo de Huevos de Helmintos en el Efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Norte de la Ciudad de Culiacán, Sinaloa. Maestría en Ciencias Ambientales y Desarrollo Sustentable, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Sinaloa. Tesis de Maestría. Director: Cristóbal Chaidez Quiroz.

parámetros analizados en este estudio de turbidez y el incremento en parámetros provenientes de los fertilizantes, para las aguas superficiales y las aguas subterráneas.

- ⇒ Las zonas más afectadas por la acumulación de los agroquímicos coinciden generalmente con las desembocaduras de los ríos, zonas que por sus características fisicoquímicas generalmente son utilizadas por las especies acuícolas para la reproducción y crecimiento de especies comerciales. Estas áreas coinciden además con las zonas de pesca de un importante número de pobladores de la cuenca baja, lo que hace necesario evaluar el grado de contaminación que podría estar afectando a los moradores debido al consumo de peces contaminados por biocidas y bacterias producto de las aguas negras y de drenaje de las plantaciones vertidas al río.
- ⇒ Existen comunidades humanas que dependen básicamente de las aguas subterráneas. Aunque se conoce que las aguas subterráneas de las plantaciones bananeras podrían estar contaminadas, no se ha establecido a través de un estudio científico, los niveles exactos, las fuentes y los tipos de contaminación, por lo que se debe establecer y homologar las normativas que permitan desarrollar y evaluar el estado actual de los mantos acuíferos y el estado de salud de las áreas de recarga de las aguas subterráneas.
- ⇒ Los aspectos más urgentes a considerar en la calidad de las aguas del río Sixaola se encuentran relacionados con el vertido de las aguas negras sin tratamiento al río, lo cual es evidente por la concentración de helmintos en el agua. Esto indica que hay que hacer un importante esfuerzo en la depuración de las aguas fecales y los sistemas de drenajes de las aguas utilizadas en los sistemas de producción.
- ⇒ Los resultados de los parámetros químicos analizados indican que para el caso de los Nitratos y Fosfatos los valores aumentan por el incremento en el arrastre de nutrientes; principalmente en los últimos dos puntos de muestreo en donde coinciden, además, con las zonas destinadas a la producción bananera. Para el caso especial de los sulfatos y los fosfatos muestran que en las zonas de muestreo no existe un grado de contaminación que pudiera alterar el ecosistema, pero aún así es importante un estudio más detallado para verificar la condición de los ecosistemas acuáticos del río Sixaola.
- ⇒ Los resultados de los parámetros bacteriológicos y parasitológicos indican que, a pesar de que no se percibe contaminación en el área, la presencia de una baja concentración de estos indicadores biológicos representan una voz de alerta para que los gobiernos de ambas repúblicas (Costa Rica y Panamá) elaboren las medidas necesarias para evitar en un futuro que se disparen los niveles de contaminación por estos parámetros en los ríos de la Cuenca.
- ⇒ Es recomendable monitorear las concentraciones de biocidas usados en el control de plagas en las explotaciones de musáceas, tanto en las aguas de drenaje de las plantaciones como en los cursos de agua en las aguas residuales y superficiales, ya que estos biocidas pueden escurrir hacia los ríos Telire y Sixaola y, por ende, al mar Caribe, situación que podría afectar a zonas de gran importancia para la región como son Parque Nacional Cahuita (Costa Rica) y el Parque Marino Islas Bastimento (Panamá).
- ⇒ Se hace necesario la realización de estudios físico-químicos, bacteriológicos y parasitológicos de forma regular en la cuenca alta, media y baja del río Sixaola, para garantizar la integridad y la calidad de las aguas que aportan estas cuencas al río Sixaola<sup>20</sup>.

---

<sup>20</sup> En Anexo 1 se incluyen los términos de referencia para contratación de un estudio de calidad de aguas en la cuenca binacional del río Sixaola, al objeto de monitorear la calidad de las aguas de la cuenca a lo largo de dos años, en el marco del proyecto GEF-Sixaola y ERDS de la Cuenca Binacional del río Sixaola. El presente estudio ha aportado datos de la calidad actual del agua en la cuenca baja y en el tramo final de la cuenca media (Bratsi).

- ⇒ La calidad de las aguas superficiales del río Sixaola impactan directamente a dos de las principales áreas protegidas de la región, el Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo y el Humedal de Importancia Internacional San San Pond Sack, y de manera indirecta al Parque Nacional Cahuita y el Parque Nacional Marino Islas Bastimentos, lugares que por su diversidad biológica son reconocidos como Reserva de la Biosfera Mundial, áreas que podrían verse afectadas por el deterioro en la estructura y la calidad del agua que aporta esta cuenca en la región.

**ANEXO 1**  
**TERMINOS DE REFERENCIA (TdR) PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO:**  
**“ANÁLISIS DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y SUPERFICIALES DE LA CUENCA BINACIONAL**  
**DEL RÍO SIXAOLA”**

**1. ANTECEDENTES**

En el marco del Convenio sobre cooperación para el Desarrollo Fronterizo Costa Rica-Panamá, ratificado en 1994 y 1995 por las Asambleas Legislativas de ambos países, se crea la comisión Binacional permanente presidida por los respectivos Ministros de Planificación (Costa Rica) y Economía y Finanzas (Panamá), responsables de la coordinación general, seguimiento y evaluación de los proyectos e iniciativas que se desarrollen en la zona fronteriza. Como parte de dicho Convenio las Secretarías Ejecutivas han elaborado diversos estudios para avanzar en el Manejo Integral de la Cuenca Binacional del río Sixaola.

Dos de los estudios se corresponden con la ERDS de la Cuenca Binacional del río Sixaola y el proyecto GEF Manejo Integrado de Ecosistemas de la Cuenca Binacional del Río Sixaola. La ERDS está concebida como una estrategia integrada de largo plazo a través de la cual se planea realizar intervenciones siguiendo cuatro líneas estratégicas: gestión ambiental, manejo sostenible de recursos naturales y reducción de la vulnerabilidad; actividades productivas y diversificación; servicios públicos e infraestructura básica; y fortalecimiento institucional. Tal estrategia será implementada de forma descentralizada y con amplia participación de la sociedad civil. El proyecto GEF-Sixaola, se encuentra enmarcado en el Programa Operacional OP-12 del GEF, cuyo objetivo es el de catalizar la adopción generalizada de intervenciones amplias de gestión de los ecosistemas que integren las metas ecológicas, económicas y sociales para alcanzar beneficios múltiples y multisectoriales a los niveles local, nacional y mundial. Estos beneficios pueden incluir dos o más de los siguientes:

- a) Conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica, así como distribución equitativa de los beneficios derivados del aprovechamiento de la biodiversidad
- b) Reducción de las emisiones netas y mayor almacenamiento de gases de efecto invernadero en los ecosistemas terrestres y acuáticos;
- c) Conservación y uso sostenible de masas de agua, incluidas cuencas hidrográficas y fluviales, y zonas costeras, y
- d) Prevención de la contaminación de los ecosistemas terrestres y acuáticos de importancia mundial.

En este sentido, y tomando en cuenta los beneficios asociados a la conservación de las masas de aguas y a la prevención de los contaminantes en la Cuenca Binacional del río Sixaola, se hace necesario el desarrollo de estudios que permitan evaluar y medir el nivel de los impactos asociados a las contaminaciones difusas y puntuales en la cuenca. Principalmente por el hecho de que la red hidrográfica de la Cuenca del río Sixaola ocupa una superficie extensa, 2.848,3 km<sup>2</sup>, en cuyas 2/3 partes existe algún grado de intervención humana que aporta al sistema hídrico sedimentos, nutrientes y material contaminante producto de las actividades de agricultura intensiva desarrolladas en la cuenca, así como contaminantes procedentes de los vertidos de aguas residuales de los poblados. La necesidad del estudio se acrecienta si consideramos que el caudal promedio

anual del río Sixaola es de 172m<sup>3/s</sup>, que representa un volumen de 5.456 millones de m<sup>3</sup>/año; que van a parar directamente al mar Caribe, objeto de conservación por distintos programas y convenios regionales.

## 2. OBJETIVOS

Los objetivos que se plantean con el estudio propuesto son los siguientes:

- Desarrollar un programa de monitoreo, seguimiento, vigilancia y control de las aguas de la Cuenca Binacional del río Sixaola, que permita analizar los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos, con el fin de determinar la calidad de las aguas subterráneas y superficiales, determinando sobre la línea de base establecida en el proyecto GEF-Sixaola los cambios en las concentraciones y las fuentes de contaminantes que incidan sobre la calidad de las aguas superficiales y subterráneas de la cuenca.
- Determinar las fuentes y los niveles de concentración de biocidas en las aguas subterráneas y superficiales de la cuenca del río Sixaola y el impacto sobre la salud humana y la diversidad biológica.

## 3. PRODUCTOS

- Homologar los criterios técnicos que permitan establecer un programa de seguimiento y monitoreo de la calidad de las aguas de la cuenca del Sixaola.
- Desarrollar un programa de monitoreo que permita evaluar los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos de las aguas superficiales y subterráneas de la cuenca del Sixaola.
- Evaluar los Impactos y las concentraciones aportadas por las actividades agrícolas que se desarrollan en la cuenca del Sixaola.
- Desarrollar un estudio que permita determinar los niveles de biocidas en las aguas superficiales y aguas subterráneas de la cuenca del Sixaola.

## 4. METODOLOGÍA

La entidad responsable del estudio deberá diseñar la metodología para el desarrollo del mismo, tomando en cuenta y considerando que será necesario homologar las normas relacionadas con la calidad de las aguas establecidas por cada uno de los países que comparten la cuenca binacional, Costa Rica y Panamá, aplicando una metodología apropiada para la región, con los criterios técnicos aplicados a las condiciones del área. Además, deberá considerar la dinámica hidrológica de la cuenca y la vulnerabilidad de los ecosistemas para definir los periodos de muestreos.

Para este fin será necesario monitorear la calidad del agua en los puntos previamente identificados en el "Análisis y Diagnóstico de la Calidad de las Aguas de la Cuenca binacional del río Sixaola", realizado en el marco del proyecto GEF "Manejo Integrado de Ecosistemas en la Cuenca Binacional del Río Sixaola, puntos de monitoreo que también se encuentran en el documento del citado proyecto GEF-Sixaola titulado "Indicadores de la Línea de Base". Los puntos de monitoreo son los siguientes:

PUNTOS DE MUESTREO PARA EL MONITOREO DE LAS AGUAS DE LA CUENCA BINACIONAL DEL RÍO SIXAOLA			
PUNTOS DE MUESTREO		COORDENADAS (X)	COORDENADAS (Y)
A	Cocoli (Bratsi)	287763	1057927
B	Cheis, Las Delicias	298398	1062775
C	Bajo Bribri	294528	1061024
D	La Mesa	316496	1050112
E	Guabito	323221	1050600
F	San San (Bomba A)	331371	1048713

Los parámetros físico-químicos, químicos, parasitológicos y bacteriológicos imprescindibles, que debe contemplar el estudio de la calidad de las aguas en la Cuenca Binacional del río Sixaola, son los siguientes:

#### Parámetros Físico-químicos

- Ph
- Oxígeno Disuelto ( mg/l)
- Temperatura (°C)
- Salinidad (‰)
- Sólidos Totales STD (mg/l)
- Turbidez

#### Parámetros Químicos

- D B O (mg/l)
- DQO (mg/l)
- Fosfato (PO4-3) (mg/l)
- Nitrato (NO3-N) (mg/l)
- Nitrito, (NO2-N) (mg/l)
- Sulfato (SO4) (mg/l)
- Cloro libre (mg/l)
- Fluoruro, F (mg/l)
- Hierro, Fe (mg/l)
- Órgano fosforados (mg/l)

#### Parámetros Parasitológicos

- Huevos de helmintos

#### Parámetros Bacteriológicos

- Coliformes Fecales (UFC /100ml)

#### 4. PERFIL DEL PERSONAL REQUERIDO PARA ABORDAR EL ESTUDIO

Los profesionales que se designen para desarrollar el programa de monitoreo, seguimiento, vigilancia y control que permita analizar los parámetros físico-químicos y bacteriológicos, a fin de establecer la calidad de las aguas subterráneas y superficiales de la Cuenca Binacional del río Sixaola, deberán contar con experiencia en el desarrollo de investigaciones relacionadas con el área de estudio. El equipo que forme parte del estudio deberá poseer profesionales en los siguientes:

- **Ingeniero Químico:** será el encargado de desarrollar los protocolos de investigación y la metodología para el desarrollo de la investigación.
- **Biólogo bacteriológico:** responsable de desarrollar los protocolos de investigación que permita determinar los parámetros bacteriológicos de las aguas de la cuenca del río Sixaola.
- **Biólogo Marino:** será el encargado de evaluar los impactos en los ecosistemas acuáticos.
- **Médico:** con especialidad en bacteriología, el cual será el encargado de identificar el grado de contaminación parasitológica y su incidencia para la salud humana.

#### 5. DURACIÓN

El "Programa de monitoreo, seguimiento, vigilancia y control" permita analizar los parámetros físico-químicos y bacteriológicos, a fin de establecer la calidad de las aguas subterráneas y superficiales de la Cuenca Binacional del río Sixaola, deberá abarcar un periodo de tiempo de recolección de datos no menor de dos (2) años de muestras. Periodo que permitirá referenciar y caracterizar la dinámica hidrológica de la cuenca y su influencia en la calidad del agua, considerando los periodos que abarcan la temporada seca y lluviosa y/o los periodos de máximas y mínimas crecidas de los cursos fluviales, por lo que se deberán hacer no menos de cuatro (4) análisis por año para el caso de las aguas superficiales. Además se deberán considerar muestreos extras que permitan analizar y vigilar las áreas que presenten niveles altos de contaminación en las aguas superficiales.

## 6. COSTES

Los costos del estudio propuesto incluyen los periodos de muestreos y los análisis para las aguas superficiales, considerando el periodo de dos años de muestreos además del periodo de monitoreo y seguimiento a la calidad de las aguas subterráneas.

DESGLOSE DEL COSTO DE ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE MONITOREO, SEGUIMIENTO, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE LA CUENCA BINACIONAL DEL RÍO SIXAOLA		
ESPECIALISTAS	DESCRIPCIÓN	MONTO (US\$)
<b>Personal</b>		
Coordinador del estudio (2 Años)	\$500,00	\$12.000,00
Ingeniero Químico (2 Años)	\$1.000,00	\$24.000,00
Biólogo Bacteriológico (2 Años)	\$1.000,00	\$24.000,00
Biólogo Marino (2 Años)	\$1.000,00	\$24.000,00
Medico (2 Años)	\$1.000,00	\$24.000,00
Asistente de campo	\$250,00	\$6.000,00
<b>Sub Total</b>		<b>\$114.000,00</b>
<b>Gastos de Viaje</b>		
Alimentación y hospedaje	70 días; 4 personas; \$35	\$9.800,00
Transporte	70 días; vehiculo \$80/días	\$5.600,00
<b>Sub Total</b>		<b>\$15.400,00</b>
Servicios Varios		
Equipos y reactivos	Reactivos Químicos/ equipos de campo	\$30.000,00
suministros	Papelería; útiles de oficina	\$5.000,00
<b>Sub total</b>		<b>\$35.000,00</b>
Improvistos	Pagos de viáticos a funcionarios y permisos de investigación etc.	\$ 600,00
<b>Administración del Proyecto</b>	Contabilidad; tel; fax/ \$ 210.00 mes	<b>\$5.000,00</b>
<b>Monto Total</b>		<b>\$170.000,00</b>

**ANEXO 2**  
**CONVENIO DE CARTAGENA Y ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO DEL**  
**PROGRAMA AMBIENTAL DEL CARIBE**

**1. CONVENIO DE CARTAGENA**

El Convenio para la "Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe" es el único tratado ambiental de compromiso legal para la Región. El Convenio, conocido como, el Convenio de Cartagena, actualmente cuenta con 21 Estados (de 28 posibles) como Partes Contratantes. El Convenio y sus Protocolos constituyen un compromiso legal por estos países para proteger, desarrollar y manejar sus recursos comunes costeros y marinos, individual y conjuntamente. El Convenio de Cartagena y sus Protocolos contribuyen no sólo a la protección sino al desarrollo, según se encuentra específicamente anotado en sus disposiciones.

Cada país costero es responsable de manejar el medio marino de su territorio bajo el Convenio de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (UNCLOS). Dado que hay un número relativamente grande de países dentro de un área pequeña casi todo el medio marino de la región figura dentro de una u otra zona económica exclusiva, dejando la gestión de estas áreas bajo la jurisdicción nacional. Además, la interconexión ecológica y oceanográfica del mar Caribe y el Golfo de México está bien documentada. Esta situación ilustra la necesidad para la cooperación y coordinación regional.

El Artículo 10 del Convenio de Cartagena requiere que las Partes tomen "todas las medidas pertinentes" para proteger y conservar "los ecosistemas raros o frágiles" así como "los hábitats de especies diezmadas, amenazadas o en peligro de extinción" y a este fin, establecer áreas especialmente protegidas.

En este sentido, en 1990 los gobiernos de la región adoptaron el "Protocolo Relativo a las Áreas y Flora Fauna Silvestres Especialmente Protegidas (SPAW)" y en 1991, adoptaron los Anexos de especies que requieren protección. Estos Anexos incluyen una lista de flora marina y costera, protegida, fauna y especies de flora y fauna que deberán ser mantenidas a un nivel sostenible.

También el Protocolo contiene disposiciones detalladas sobre el establecimiento de áreas protegidas y zonas de amortiguación para la conservación *in situ* de vida silvestre, tanto medidas de cooperación nacional como regional para la protección de la flora y fauna silvestres, la introducción de especies exóticas o alteradas genéticamente, la evaluación del impacto ambiental, investigación, educación y otros temas.

Los objetivos del Protocolo de SPAW son: proteger, conservar y manejar en una manera sostenible: 1) las áreas y ecosistemas que requieren protección para salvaguardar su valor especial 2) especies amenazadas o en peligro de extinción de flora y fauna y sus hábitats, y 3) especies con el fin de evitar que se vean en peligro de extinción o amenazadas. El Protocolo de SPAW acentúa la importancia de proteger los hábitats como una medida eficaz de proteger las especies listadas en los Anexos. La protección bajo el SPAW se concentra sobre los ecosistemas frágiles y vulnerables en su conjunto, más bien que sobre especies individuales. El Protocolo de SPAW es, en muchos aspectos, un precursor de lo que consecuentemente la comunidad internacional ha aprobado al nivel global, en particular, el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB).

## 2. LA ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO DEL PROGRAMA AMBIENTAL DEL CARIBE<sup>21</sup>

### I. ANTECEDENTES GENERALES

#### Introducción

1. La estrategia para el desarrollo del "Programa Ambiental del Caribe" responde a la solicitud de la Cuarta Reunión Intergubernamental y Primera de las Partes Contratantes convocada en Guadalupe en octubre de 1987. Se preparó después de un examen intensivo de los problemas ambientales más serios que afectan los recursos marinos y costeros de la región ("Perspectiva Regional de los Problemas Ambientales y Prioridades que Afectan los Recursos Marinos y Costeros del Gran Caribe"). También responde a las conclusiones de la evaluación a fondo del Programa ("El Plan de Acción del Programa Ambiental del Caribe: Evaluación de su Desarrollo y Logros [1976-1987]").

#### El Contexto Regional

2. Como en la mayoría del mundo en desarrollo, el crecimiento económico constituye la prioridad principal y la mayor preocupación de los Estados y Territorios de la región del Gran Caribe. La actividad económica actual de la región se concentra en la expansión del turismo, la agricultura y las industrias extractivas. Sólo se podrá lograr la aceleración deseada en el crecimiento económico a largo plazo a través de un proceso que esté basado en los principios de un desarrollo sostenido. Elevar al máximo el crecimiento económico sobre una base sostenida requiere que los costos resultantes de los impactos ambientales adversos sean reducidos al mínimo por medio de una integración rigurosa de la planificación y la gestión tanto del medio ambiente como del desarrollo.

3. Las consecuencias ambientales adversas que resultan de proyectos de desarrollo mal concebidos adquieren importancia regional creciente. Los fenómenos mundiales, como los cambios climáticos que se anticipan, la eliminación de desechos tóxicos y la deforestación así como la contaminación marina, la erosión de las costas, la disminución de las especies y los derrames de hidrocarburos son una preocupación especial para toda la región y subrayan la necesidad de evaluaciones más rigurosas de los proyectos de desarrollo antes de que se conceda la aprobación de su financiamiento. Debido a que las economías de los Estados y Territorios de la región se basan por lo general en los recursos marinos y costeros, esta preocupación debe traer como consecuencia un aumento en la asignación de fondos procedentes de organismos de financiamiento para el manejo efectivo de estos recursos que son necesarios para el relanzamiento del crecimiento dentro de la región.

4. A nivel regional, los problemas claves que amenazan los recursos marinos y costeros fueron identificados en el documento "Perspectiva Regional de los Problemas Ambientales y Prioridades que Afectan los Recursos Marinos y Costeros del Gran Caribe". Dada la diversidad cultural, política y lingüística de la región y su urgente necesidad de desarrollo económico, la ejecución exitosa de un programa ambiental requiere el establecimiento de disposiciones institucionales adecuadamente adaptadas a las necesidades regionales.

5. Los problemas de la región no pueden ser resueltos individualmente por ninguna institución nacional, organización regional u organismo internacional. Como iniciativa multilateral, el Programa Ambiental del Caribe se fundamenta en un enfoque cooperativo en el que participan gobiernos, instituciones académicas, organizaciones internacionales y no gubernamentales en la promoción de principios de manejo racional y constituye un marco adecuado para dar cabida al desarrollo de acciones coordinadas en respuesta a los problemas regionales.

---

<sup>21</sup> PNUMA: La Estrategia para el Desarrollo del Programa Ambiental del Caribe. Informe Técnico del PAC No. 5

## II. META, PRINCIPIOS Y OBJETIVOS

6. La meta a largo plazo del "Programa Ambiental del Caribe" es la de lograr el desarrollo sostenido de los recursos marinos y costeros en la Región del Gran Caribe, a través de una gestión integrada y efectiva que permita un aumento del crecimiento económico.

### MECANISMOS PARA LA EJECUCION DE LA ESTRATEGIA

La ejecución de la estrategia depende de la utilización efectiva y eficiente de los mecanismos establecidos para el "Programa Ambiental del Caribe". Estos mecanismos, que fueron establecidos por los gobiernos de la región en 1981 y desarrollados posteriormente en las Reuniones Intergubernamentales bienales con la asistencia catalítica del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, debe ser ahora cabalmente utilizados para la ejecución de la estrategia.

El Convenio y sus Protocolos constituyen los instrumentos que proveen el marco legal para el diseño y ejecución del Programa, por lo tanto es esencial que los Estados de la región se adhieran o ratifiquen el Convenio para brindar el máximo apoyo al Programa. El Plan de Acción constituye el componente de proyectos del Programa. Tanto el Convenio como el Plan de Acción se basan en los siguientes mecanismos: Las Reuniones Intergubernamentales y de las Partes Contratantes

Las Reuniones Intergubernamentales y de las Partes Contratantes proveen la autoridad general para la determinación del contenido del Programa, el examen de su progreso, la determinación de su curso y la supervisión de sus disposiciones financieras e institucionales. Una vez que todos los países participantes en el Programa hayan ratificado o adherido al Convenio, las Reuniones Intergubernamentales serán convocadas como reuniones de las Partes Contratantes.

Estas reuniones proporcionan el foro para que los Ministros responsables de la gestión de los recursos marinos y costeros se reúnan bienalmente para revisar las prioridades regionales, intercambiar información valiosa y fortalecer el equipo que se requiere para el desarrollo sostenido de estos recursos.

Un requisito esencial para el fortalecimiento del Programa Ambiental del Caribe lo constituye la consolidación de este foro Intergubernamental. Este foro deber incluir la presencia activa de todos los países participantes y de todas las organizaciones relacionadas, académicas, intergubernamentales y no gubernamentales de la región. También se debe alentar la participación creciente de todos los sectores pertinentes, tales como el turismo, la pesca y otros sectores económicos. Es esencial, por lo tanto, ampliar la base del foro para que incluya todos los sectores vitales al logro del desarrollo sostenido de los recursos marinos y costeros de la región.

### La Unidad de Coordinación Regional (UCR)

La función de la Unidad de Coordinación Regional es medular con respecto a la ejecución efectiva de la estrategia. A la luz de las numerosas instituciones y organismos participantes en el Programa, es esencial que la UCR esté capacitada para coordinar las actividades de un Programa extenso y en proceso de crecimiento.

### Los Puntos Focales

La ejecución de la estrategia requiere un esfuerzo combinado y coordinado de parte de los puntos focales del Programa Ambiental del Caribe a nivel nacional, de otras organizaciones internacionales y regionales y de la Unidad de Coordinación Regional. Los puntos focales nacionales, a través de mecanismos tales como comités nacionales, deber n coordinar la ejecución de la estrategia con todos los sectores que participan en el manejo de

los recursos marinos y costeros. La coordinación efectiva procura reducir la duplicación de esfuerzos y aprovechar cabalmente las iniciativas regionales, subregionales y nacionales tanto existentes como propuestas. Este proceso requiere el establecimiento de redes funcionales a través de las cuales se puede lograr esta coordinación.

#### **El Fondo Fiduciario del Caribe y otras contribuciones al Programa**

El Fondo Fiduciario del Caribe, que fue establecido en 1981 por los Gobiernos de la región, demuestra claramente el compromiso y el grado de importancia que los gobiernos asignan a este Programa y es la fuente básica de financiamiento para apoyar los costos comunes y las actividades prioritarias del Programa.

Las contribuciones acordadas para el Fondo Fiduciario del Caribe permiten que el Programa desempeñe una función catalizadora atrayendo financiamiento procedente de fuentes como: 1) el Fondo para el Medio Ambiente del PNUMA, 2) otros organismos internacionales pertenecientes y no pertenecientes a las Naciones Unidas, organismos bilaterales y no gubernamentales para el beneficio de los países de la región del Gran Caribe, y 3) contribuciones adicionales de los Gobiernos.