

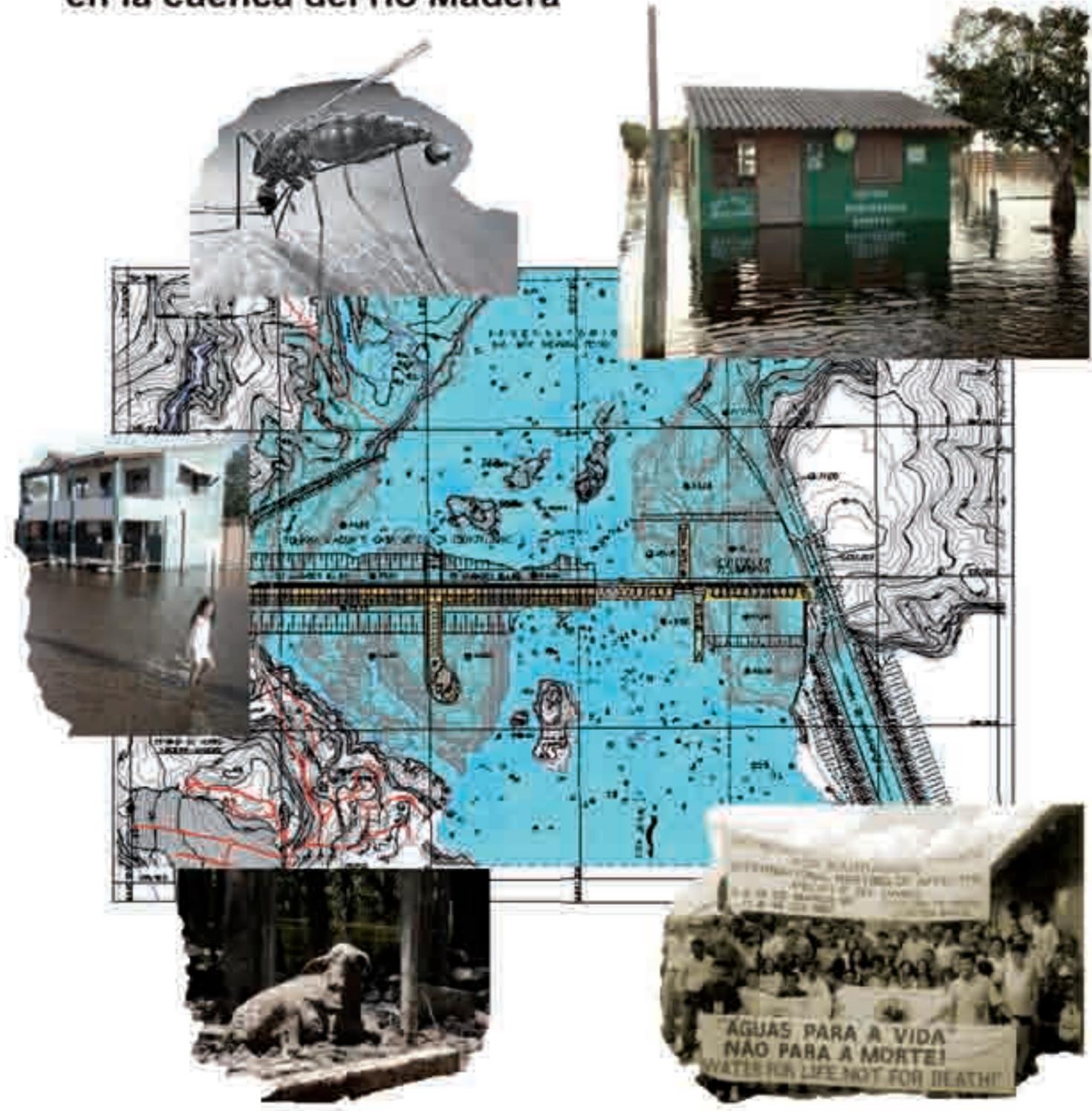
Como consecuencia de la construcción de megarepresas en el río Madeira, el mayor problema a enfrentar será la inundación de tierras en la Amazonía boliviana, particularmente de los departamentos de Beni y Pando, cuyas tierras de cultivo estacional serían afectados, lo mismo que sus bosques de castaña, sus tierras de pastoreo, la muerte de muchísimas especies de peces y biodiversidad vegetal y animal, la destrucción del área protegida Bruno Racua, la deposición de mayores cantidades de mercurio, el aumento de malaria y otras epidemias propias de lugares tropicales y anegados. Todo esto, sin duda, va a provocar la expulsión de campesinos e indígenas a ciudades cercanas en calidad de migrantes y desocupados, que se enfrentarían ante procesos de la llamada interculturalidad negativa, o la llamada etnofagia cultural, en la que dejarían de ser indígenas para ser “mestizos” y “mendigos” en ciudades fronterizas de Bolivia y Brasil.

Iván Castellón Quiroga  
Superintendente General - SIRENARE



# ENERGÍA, REPRESAS Y SALUD

## La problemática de las represas en la cuenca del río Madera





# **ENERGÍA, REPRESAS Y SALUD**

**La problemática de las represas en la  
cuenca del río Madera**

ENERGÍA, REPRESAS Y SALUD

La problemática de las represas en la cuenca del río Madera



Superintendencia General  
Sistema de Regulación de Recursos Naturales Renovables

Calle Batallón Colorados N° 24  
Edificio El Cóndor, piso 12  
Teléfono: 591 2 2444422 - Fax: 591 2 2444896  
info@sirenare.gov.bo  
<http://www.sirenare.gov.bo/>  
La Paz – Bolivia

Edición: Iván Castellón Quiroga  
Diagramación y diseño: Edwin Conde

Los artículos firmados son de entera responsabilidad de sus autores  
y no necesariamente reflejan el punto de vista de la SG-SIRENARE.  
Se aprecia la difusión de esta publicación citando la fuente.

Impresión:  
Artes Gráficas SAGITARIO S.R.L.  
c. Almirante Grau No. 678  
Telf. Piloto: 2110077  
[www.imprentasagitario.com](http://www.imprentasagitario.com)

En la Amazonía del Brasil “La mujer maquillada de guerrera bajó ágilmente su machete. La hoja curvada se detuvo a milímetros del hombro de José Antonio Muniz Lopes, el ingeniero jefe de la compañía de electricidad brasileña Electronorte. Muniz se fue tranquilizando a medida que Taira, la mujer Kayapó, apoyaba la parte plana del machete contra su cara. *‘Usted es un mentiroso’* –le dijo a punto de escupirlo. *‘Nosotros no necesitamos la electricidad. La electricidad no nos va a dar nuestro alimento. Necesitamos que nuestros ríos corran libremente: nuestro futuro depende de ello. Necesitamos nuestras selvas para cazar y recolectar. No necesitamos su represa’*. Y es que en el río Xingú una de las represas inundaría 7,200 kilómetros cuadrados, sería el segundo embalse más grande del mundo.

Gustavo Castro Soto



## Contenido

Presentación

### **El espíritu antropocéntrico de los megaproyectos hidroeléctricos en la cuenca del Madera**

*Iván Castellón Quiroga*

1. Introducción.....	9
2. Aspectos metodológicos.....	10
2.1. Planteamiento del problema.....	10
2.2. Objetivo general.....	10
2.3. Obejtivos específicos.....	10
2.4. Bases teóricas y experiencias históricas.....	11
2.4.1. La racionalidad antropocéntrica.....	11
2.4.2. La racionalidad pachacéntrica.....	12
2.4.3. Antropocentrismo y usos energéticos.....	13
2.4.4. La experiencia fatídica de las megarepresas.....	14
3. Los megaproyectos en la cuenca del Madera.....	16
3.1. El Complejo Hidroeléctrico del Madera.....	16
3.1.1. La posición brasileña.....	17
3.1.2. La posición de Bolivia.....	18
3.1.3. Impactos potenciales del Complejo Hidroeléctrico del Madera.....	19
3.2. Los proyectos de Cachuela Esperanza y El Bala.....	24
4. Proyectos energéticos alternativos.....	27
4.1. Micro centrales hidroeléctricas.....	27
4.2. Otras energías renovables.....	28
4.3. Sustitución de diesel por GN.....	28
5. Conclusiones y recomendaciones.....	29
5.1. Conclusiones.....	29
5.2. Recomendaciones.....	31
6. Bibliografía .....	33

### **Cuando el objetivo no es prever: Los estudios sobre los impactos de las represas del Río Madera en la salud**

*Pablo Villegas N.*

1. El estudio de la salud.....	35
2. Estudio de vectores de dolencias infecciosas de importancia médica.....	39
2.1. El vector de la Malaria.....	39
2.2. Leishmaniasis cutánea y mucosa.....	43
2.3. Dengue y Fiebre Amarilla.....	43
2.4. Chagas.....	44
2.5. Oncocercosis.....	44
3. Conclusiones.....	45
4. Apéndice.....	48

4.1. Nuevas enfermedades y problemas de salud a consecuencia del CRM.....	48
4.1.1. Esquistosomiasis o Biliardasis.....	48
4.1.2. Toxinas cianobacterianas.....	49
4.1.3. Mercurio metílico.....	50
4.2. El estado de salud de la población boliviana en el norte Amazónico.....	50

### **Sensibilidad del Norte Amazónico a la contaminación por el Mercurio**

*Pérez T., Pouilly M., Maurice L., Paco P., Ovando A. & Córdova L.*

1. El mercurio.....	53
1.1. Ciclo y fuentes.....	53
1.2. Toxicidad: metilación y acumulación en la cadena trófica.....	54
2. El mercurio en la Amazonía.....	55
3. Sensibilidad al mercurio del Norte Amazónico boliviano.....	56
4. Sensibilidad al mercurio y represas.....	58
5. Bibliografía.....	59

### **Inundaciones y el peligro de la fiebre hemorrágica en Bolivia**

*Andrzej Szwagrzak*

1. Introducción.....	63
2. Nueva cepa del virus.....	64
2.1. Nueva versión (?).....	64
3. Los Calomys como portadores.....	65
4. Inundaciones en el Beni.....	66
4.1. La construcción de represas e hidroempresas.....	68
5. Posibles efectos de las inundaciones prolongadas.....	68
5.1. Cambios en la distribución .....	68
5.2. Cambios genéticos de los Calomys.....	70
6. Conclusiones y recomendaciones.....	70
Anexo 1 - Programa Nacional de vigilancia y control de la fiebre hemorrágica en Bolivia.....	71
Anexo 2 - Control de fiebres hemorrágicas mediante medidas biológicas.....	72

### **Cuencas, salud y sobrevivencia de la humanidad**

*José Miguel De Angulo - Luz Stella Losada*

1. Comprendiendo nuestras cuencas como medios de sustento de la vida.....	77
2. Las cuencas nos recuerdan el destino común de todos los pueblos.....	80
3. Nuestra sobrevivencia como planeta depende de nuestra capacidad para integrarnos en mesas de consensos.....	81
4. Todos y todas experimentaremos el impacto de los graves cambios climatológicos.....	83

## PRESENTACIÓN

La Superintendencia General del Sistema de Regulación de Recursos Naturales Renovables (SIRENARE) tiene a bien presentar este texto que contiene artículos de interés relativos a los impactos ambientales, económicos, sociales, culturales y de salud, que nuestro país –particularmente la región noreste amazónica- padecería como consecuencia de la construcción de megarepresas hidroeléctricas que el gobierno de Brasil viene impulsando en el río Madeira, muy cerca de la frontera con Bolivia.

Actualmente, el capitalismo brasileño acusa preocupantes déficits energéticos, lo que ha motivado a su gobierno la necesidad de construir grandes hidroeléctricas en la Amazonía, poniendo en entredicho las políticas de desarrollo integral y sustentable que como humanidad debemos alentar. En efecto, las represas de Santo Antonio y Jirau en el río Madeira están diseñadas para satisfacer la demanda del capitalismo consumista brasileño y que –a pesar de los innumerables cuestionamientos hechos desde la propia sociedad y el Estado brasileño- continúan avanzando con serios riesgos para la soberanía energética de Bolivia y principalmente para las condiciones de vida y salubridad de las poblaciones que habitan la cuenca del Madera, en cuyas riberas habitan grupos indígenas amenazados por la modernidad y en peligro de extinción.

Como consecuencia de la construcción de megarepresas en el río Madeira, el mayor problema a enfrentar será la inundación de tierras en la Amazonía boliviana, particularmente de los departamentos de Beni y Pando, cuyas tierras de cultivo estacional serían afectados, lo mismo que sus bosques de castaña, sus tierras de pastoreo, la muerte de muchísimas especies de peces y biodiversidad vegetal y animal, la destrucción del área protegida Bruno Racua, la deposición de mayores cantidades de mercurio, el aumento de malaria y otras epidemias propias de lugares tropicales y anegados. Todo esto, sin duda, va a provocar la expulsión de campesinos e indígenas a ciudades cercanas en calidad de migrantes y desocupados, que se enfrentarían ante procesos de la llamada interculturalidad negativa, o la llamada etnofagia cultural, en la que dejarían de ser indígenas para ser “mestizos” y “mendigos” en ciudades fronterizas de Bolivia y Brasil.

Los artículos que aquí se presentan constituyen avances de investigación que sus autores han elaborado a objeto de continuar y profundizar el debate en torno a la problemática que generan las grandes represas, con énfasis en las condiciones de salud y la epidemiología de la región, quedando a disposición de la sociedad boliviana y de sus instituciones su análisis y consideración.

Lic. Iván Castellón Quiroga  
Superintendente General - SIRENARE



# El espíritu antropocéntrico de los megaproyectos hidroeléctricos en la cuenca del Madera

Iván Castellón Quiroga<sup>1</sup>

## 1. Introducción

La población que habita la Amazonía de nuestro país tiene problemas de abastecimiento de energía eléctrica. Siendo una región no vinculada al Sistema Interconectado Nacional (SIN), los costos de energía eléctrica que soporta esta región son los más caros del país, lo cual sin duda afecta a la sociedad y la economía regionales. Por este motivo, una de las grandes reivindicaciones que tiene la población del norte amazónico está referida a la implementación de proyectos de generación de energía que satisfagan la demanda domiciliar, comercial e industrial de energía.

En este contexto, son varios los proyectos de energía que se han ideado, desde proyectos sustentables hasta proyectos altamente impactantes. Hay proyectos de sustitución de diesel por gas natural (GN), a objeto de mantener y ampliar el funcionamiento de las termoeléctricas existentes, ya sea a través de redes de transporte de gas natural comprimido (GNC) o a través de redes gas natural licuado (LNG, por sus siglas en inglés), como también hay proyectos para suplantarse las termoeléctricas por fuentes de energía renovables (energía solar, biomasa, micro-hidroeléctricas y mega-hidroeléctricas). Pero de todos estos proyectos, los que van posicionándose en instituciones energéticas son los megaproyectos hidroeléctricos.

En efecto, a partir de la construcción de grandes represas en la cuenca del río Madera, particularmente en el río Beni, hay quienes (instituciones y técnicos, nacionales y extranjeros) creen que lograrán satisfacer la demanda

de energía eléctrica de la región, además de reportar grandes ganancias al Estado boliviano por concepto de venta de energía eléctrica al vecino Brasil, ávido de energía. Desafortunadamente, en esta postura no se considera que la instalación de megarepresas en los ríos de la Amazonía traerá consigo grandes e irreversibles impactos ambientales y sociales, real y simbólicamente: la muerte de la Amazonía.

Si bien el Plan Nacional de Desarrollo (PND), aprobado mediante D.S. 29272 en septiembre de 2007, tiene “la finalidad de orientar y coordinar el desarrollo del país”, en el marco de la filosofía del Vivir Bien, entendida como “la complementariedad entre el acceso y disfrute de los bienes materiales y la realización afectiva, subjetiva y espiritual, en armonía con la naturaleza y en conformidad con los seres humanos” (PND, 2007: iv), en nuestro país aún existen condiciones sociales e institucionales para la recreación de proyectos producidos bajo una racionalidad antropocéntrica, esto es, una postura política que coloca al “Hombre” en el centro del Universo, para ejercer dominio sobre la naturaleza, las instituciones sociales, los pueblos y las personas.

En este caso, la racionalidad antropocéntrica se manifiesta a través de la oferta de grandes proyectos energéticos, que –según la postura discursiva de sus mentores- pretendería “alcanzar el desarrollo y el progreso ansiado para los bolivianos”. En esta racionalidad estarían inscritas las megarepresas que promueve el gobierno de Brasil en el río Madeira (Santo Antonio y Jirau), los proyectos hidroeléctricos de El Bala y Cachuela Esperanza, que sin duda provocarían grandes e irreversibles impactos en el territorio amazónico. A pesar de ello, dichos proyectos empiezan a gozar de la

<sup>1</sup> Sociólogo y artista plástico, Superintendente General del Sistema de Regulación de Recursos Naturales Renovables (SIRENARE).

simpatía y el apoyo de organismos estatales vinculados al desarrollo energético, lo que pone en evidencia que las ideologías desarrollistas y liberales constituyen aún una tendencia gruesa y contradictoria a la racionalidad pachacéntrica o la filosofía del Vivir Bien.

Sin embargo, el rescate de experiencias de vida de los pueblos indígenas y originarios, que conciben al ser humano no como “centro” sino como parte del cosmos, aspira a que la filosofía del Vivir Bien se constituya en el principio articulador del actual proceso de cambios, bajo el supuesto de que en el país aún se tiene un conjunto indeterminado y múltiple de elementos pertenecientes a esa otra racionalidad (antropocéntrica, liberal, desarrollista) que busca la perpetuación de intereses privados, y que aún subyace de modo oculto/público en círculos sociales, profesionales y políticos del país.

La filosofía del Vivir Bien constituye, entonces, el marco filosófico y político que debe guiar la enunciación y materialización de proyectos energéticos que requiere la población de la amazonía boliviana, por lo que debe ser firmemente sostenida en la actual coyuntura por el gobierno boliviano y por los movimientos sociales del país, a objeto de cristalizar políticas estatales energéticas que no causen desequilibrios y desastres en nuestro entorno natural y social.



Fotografía aérea de un río amazónico.

## **2. Aspectos metodológicos**

### **2.1. Planteamiento del problema**

Dada la escasez de energía eléctrica en la región amazónica del país, este problema energético pretende ser resuelto mediante la implementación de proyectos energéticos que responden a una racionalidad antropocéntrica que, por su propia lógica globalizadora y modernizante, responde mucho más a las necesidades desarrollistas y liberales de la economía y el Estado brasileños que a las propias necesidades de la población que habita la región amazónica de Bolivia. En este cometido, la filosofía del Vivir Bien, que está inscrita en el Plan Nacional de Desarrollo y que debería ser la matriz política generadora de proyectos energéticos sustentables, de momento resulta siendo sólo un enunciado discursivo, al que las políticas sectoriales se refieren en forma no preponderante, por lo que la ausencia de proyectos energéticos sustentables, que guarden armonía entre el Estado, la Sociedad y la Naturaleza, y la puesta en marcha de megaproyectos energéticos en la cuenca del Madera, pueden dar lugar a grandes e irreversibles alteraciones en el ecosistema amazónico, afectando a la Madre Tierra y a los grupos indígenas y campesinos que habitan la zona.

### **2.2. Objetivo general**

- Hacer crítica técnica y política a la racionalidad antropocéntrica que subyace en la enunciación técnica de las megarepresas que se vienen planteando en la cuenca del Madera, analizando los impactos ambientales y sociales que provocarían, y planteando alternativas sustentables al problema energético de la región norte amazónica del país.

### **2.3. Objetivos específicos**

- Analizar y denunciar potenciales impactos ambientales y sociales de los grandes proyectos energéticos planteados en la cuenca del Madera, comparando los mismos con los impactos ya provocados por otras grandes represas construidas en otros países (Brasil, Paraguay, otros).

- Identificar alternativas al problema energético de la región amazónica del país, y plantear recomendaciones para la implementación de proyectos energéticos sustentables.

## 2.4. Bases teóricas y experiencias históricas

### 2.4.1. La racionalidad antropocéntrica

De acuerdo con la Real Academia Española, antropocentrismo proviene de las palabras *antropo* y *centro*, y se refiere a la teoría filosófica que sitúa al hombre como centro del universo. Si bien las visiones antropocéntricas datan de tiempos bíblicos<sup>2</sup>, en el mundo euro-occidental éstas fueron recreadas principalmente por el arte y la ciencia griegas (Siglo V a.e.), el espíritu renacentista del Siglo XV y la Revolución Industrial del Siglo XVIII. Los dos últimos, bajo la monserga de liquidar el “oscurantismo” de las sociedades medievales, promovieron el “desarrollo de la ciencia y la técnica”, a objeto de alcanzar el ansiado señorío del “Hombre” sobre el universo o, en términos histórico-concretos, el caudillaje de las clases/grupos dominantes europeos sobre el resto del mundo.

Este espíritu antropocéntrico y dominador del entorno se manifestó también en el arte moderno de principios del Siglo XX: los poetas elogiaron el chirriar y el humo negro de los trenes y las grandes obras de ingeniería civil (recuérdese a Mayakovsky, el poeta bolchevique, enamorado de los grandes puentes norteamericanos); los pintores vanguardistas plasmaron chimeneas fabriles, el tráfico y la luciente vida urbana, todo ese progreso acelerado que debió haber puesto al “Hombre” en el centro superior del Universo, como muy bien grafican los murales del socialismo soviético y de la Revolución Mexicana, en los que el “Hombre” aparece triunfante, vencedor de bestias y males sociales, centro luminoso y conductor del Universo, sustituto del mismo dios que lo habría creado.

Si estas imágenes antropocéntricas están presentes en el arte moderno, también la política y la economía de principios del Siglo XX están impregnadas por esa racionalidad, o por esa episteme, entendida como

el “conjunto de conocimientos que condicionan las formas de entender e interpretar el mundo en determinadas épocas” (www.rae.es). El hecho es que hay una episteme común a los periodos históricos apuntados, se trata de una mentalidad dominadora del “Hombre” sobre Natura, mejor, de una clase social o un bloque hegemónico sobre el entorno. Y esto es así en todos los modos de producción, llámense: esclavista, servidumbral, capitalista, e incluso socialista.

Al cabo de varios siglos de ensayos en los que el “Hombre” (entiéndase también una clase o un bloque social hegemónico) pretendió ejercer control sobre su entorno, este propósito ahora se invierte, mucho más que en contra de las clases dominantes, contra la propia sociedad, y mucho más contra los más desprotegidos. Por esto, los proyectos sociales que se estructuraron sobre la base del sometimiento de Natura son ahora una especie de bumerán (arma que puede volver al punto de partida), simbolizando la venganza de Natura contra todo lo que habita en ella. Los innúmeros y cada vez más crecientes desastres ambientales en el mundo así lo atestiguan.



Pintura de Marinetti

Por otra parte, la racionalidad antropocéntrica es parte o se desarrolla en torno a la relación Estado-Sociedad. Dependiendo del tipo de proyectos político-sociales que se han planteado y conocido en nuestra era, las sociedades de Occidente, particularmente las sociedades

<sup>2</sup> Entonces, Dios dijo: “Ahora hagamos al hombre. Se parecerá a nosotros, y tendrá poder sobre los peces, las aves, los animales domésticos y los salvajes, y sobre los que se arrastran por el suelo” (Génesis 1: 26). Sociedades Bíblicas Unidas (Ed.): “Dios habla hoy”. SBU. México. 1987.

modernas, han privilegiado a uno (Estado) u otro actor (Sociedad). Así por ejemplo, si los proyectos fascistas privilegiaron el logro de grandes propósitos de Estado dictaminados por grupos de poder económicos y/o militares, los proyectos capitalistas buscaron y/o buscan que el Estado esté al servicio de determinadas clases y grupos de la sociedad, sin considerar la importancia que tiene el entorno ambiental en la definición de una u otra forma de resolución de las diferencias y/o armonías sociales. Ambos, fascistas y capitalistas, han hecho y hacen que la Naturaleza sea el pasto en el que se entablan los encuentros y desencuentros entre Estado y Sociedad.

Pero algunos proyectos socialistas, por satisfacer demandas sociales legítimas, también contribuyeron a impactar el medio ambiente. Sólo para el apunte, el propio Mao Tse Tung fue el autor intelectual de los desastres provocados por la represa de Sanmenxia que desplazó a 300.000 campesinos de sus tierras y en 5 años se llenó de sedimentos. La Revolución Cubana fue la responsable de la deforestación y la promotora del monocultivo de caña de azúcar. En el siglo pasado –cuando no había conciencia ambiental- estas políticas de Estados socialistas se mostraban como los grandes y exitosos avances de la revolución proletaria; afortunadamente, hoy, esta orientación está cambiando en la propia Cuba socialista y se están acometiendo cambios para lograr una relación equilibrada entre el Estado socialista, las necesidades sociales y los límites del entorno natural y geográfico de Cuba.

En todo caso, la racionalidad antropocéntrica privilegia la relación Estado–Sociedad, a objeto de lograr el “crecimiento económico”, el “progreso”, el “desarrollo” de la sociedad (mejor, de determinados segmentos de la sociedad), desconociendo o al margen de los límites de Natura, un hecho siniestro para el medio ambiente en el que se desenvuelve la propia sociedad y se erigen las instituciones.

En realidad, el crecimiento como dispositivo conceptual del desarrollo neoliberal, es un argumento vacío. En efecto, el crecimiento económico, *strictu sensu*, no existe. Lo que existe es la acumulación del capital, y el capital no es ni una cosa ni un conjunto de objetos, es una relación social mediada por la explotación y la reificación. La acumulación del

capital implica, por definición, la ampliación de las fronteras de la explotación y de la enajenación humana. A más crecimiento, más acumulación de capital, y, por tanto, más explotación, más degradación, más enajenación (Dávalos, 2008).

## 2.4.2. La racionalidad pachacéntrica

La palabra pachacentrismo no existe en el Diccionario de la Real Academia Española, lo cual es comprensible, pues pachacentrismo es un concepto construido por la *intelligentzia* andina, en oposición o a diferencia del concepto antropocentrismo. El pachacentrismo entonces concibe al ser humano no como “centro” sino como parte del cosmos, no como un ser dominante sino en interacción con otros, con la naturaleza, con el cosmos; en términos quechuas, en interacción con el *janan pacha* (el mundo de arriba), el *kay pacha* (el mundo de aquí) y el *ukhu pacha* (el mundo de abajo)<sup>3</sup>, es decir, que se relaciona en armonía con los astros y deidades de arriba (el sol, los rayos, la lluvia, las heladas, vientos), con los seres que habitan el “aquí” (montañas, personas, animales, bosques, aguas), con las deidades y seres que viven o brotan del mundo de abajo (“el tío”, los antepasados, los manantiales, las riquezas naturales del subsuelo).

Esto está graficado en las pinturas que representan el mundo andino: en el centro se encuentra *Pachamama*, personificada en la montaña que contiene cabeza, tronco, extremidades inferiores y superiores, es decir, varios pisos ecológicos, ricos en manantiales, flora, fauna... aquí, el hombre andino no domina, rinde tributo a *Pachamama*. Según esto, quién no interactúa o infringe a las deidades, o a las personas, o a los animales, o a las plantas, rompe el orden y puede ser castigado. Dependiendo de la gravedad de la falta –sea moral, social o religiosa- puede ser censurado, desterrado, enfermado o muerto. En el mundo andino importa que las personas guarden equilibrio con el orden cósmico, el orden social y el orden natural, de lo contrario, pueden ser castigados por *Pachamama*. De este modo, rayos, heladas, sequías, tormentas –antes que fenómenos naturales- se consideran “castigo de la naturaleza” contra la irreverencia de antropófagos que intentan tragarse a la Madre Tierra, o despojarla de sus riquezas, lo cual tiene alguna semejanza con el conocimiento universal

<sup>3</sup> En términos aymaras: *alax pacha* (mundo de arriba), aka *pacha* (mundo de aquí) y *manqha pacha* (mundo de abajo).

contemporáneo acerca de las causas del calentamiento global y su relación con los grandes desastres naturales (tsunamis, tornados, inundaciones, otros), los cuales, antes que fenómenos naturales, son hechos precipitados por la acción del propio “Hombre”.

Las lecciones de vida pachacéntricas del mundo indígena, traducidas contemporáneamente en el Vivir Bien, o mejor, en el “saber convivir” con lo otro, intentan posicionarse en el actual proceso de cambios que vive el país, pero tienen enfrente un conjunto indeterminado y múltiple de elementos pertenecientes a esa otra racionalidad (antropocéntrica, liberal, desarrollista) que busca la perpetuación de intereses privados, y que aún subyace de modo oculto/público en círculos sociales, profesionales e institucionales, constituyendo una amenaza a la irradiación del imaginario indígena y del propio discurso del presidente Evo, quien va posicionando el Vivir Bien, tanto a nivel local como global, como distinto a las políticas que buscan el “vivir mejor” a costa de los otros, postura antropocéntrica y egoísta que menoscaba el entorno.

En todo caso, la racionalidad pachacéntrica está presente o busca la interacción armónica entre Estado, Sociedad y Naturaleza. Para el pachacentrismo no pueden haber Estado ni Sociedad que, en el logro de sus propósitos o la satisfacción de sus necesidades, pongan en riesgo la propia base del desarrollo humano y cultural, esto es, no puede haber crecimiento económico ni progreso a costa de la muerte de Natura: hay que convivir con ella.

El “buen vivir” es otro de los aportes de los pueblos indígenas del Abya Yala a los pueblos del mundo, y es parte de su largo camino en la lucha por la descolonización de la vida, de la historia, y del futuro... En los debates... junto a los derechos de la naturaleza y el Estado Plurinacional, ahora se ha propuesto el Sumak Kawsay como nuevo deber-ser del Estado Plurinacional y la sociedad intercultural. Es la primera vez que una noción que expresa una práctica de convivencia ancestral respetuosa con la naturaleza, con las sociedades y con los seres humanos, cobra carta de naturalización en el debate político y se inscribe con fuerza en el horizonte de posibilidades humanas (Dávalos, 2008).



Pintura de Frida Kahlo

### **2.4.3. Antropocentrismo y usos energéticos**

Congruente con el ensanche social de la racionalidad antropocéntrica, y a objeto de lograr su autoacrecientamiento, están los usos y dominios de la energía. Así, conforme se fue desarrollando la racionalidad antropocéntrica, se fueron desarrollando distintos energéticos, puestos al servicio del “crecimiento económico” y del “progreso”.

El investigador paraguayo Ricardo Canese sostiene que si en la Antigüedad y en la Edad Media no se produjeron significativos avances científicos y tecnológicos fue porque los regímenes esclavistas de esas sociedades sustituyeron o cubrieron las necesidades de energía de entonces con mano de obra gratuita.

La energía esclava era la que movía a los imperios y permitía acumular más riquezas. Hasta en la navegación la principal energía propulsora de los barcos mercantes o de guerra era la de los remeros esclavos... La energía eólica apenas se utilizaba secundariamente con velas de poca eficiencia. No había interés en desarrollar una tecnología de aprovechamiento de la energía eólica más avanzada, pues la energía esclava

era la más barata y estaba allí, lista para ser utilizada. Esta abundancia de energía esclava atrasó el desarrollo científico y tecnológico de la humanidad... Todo lo hacían los esclavos y, por ello, ¿qué interés podría haber en desarrollar complejas máquinas que reduzcan el esfuerzo humano?...

(Luego) Ante la escasez de esclavos, la competencia entre las naciones que aspiraban a hegemonizar el mundo se concentró en el estudio de cómo aprovechar otro tipo de energías. A finales de la Edad Media, se inició un proceso de aprovechamiento más eficiente de energías renovables tales como la eólica (molinos de viento, barcos a vela) e hidráulica (ruedas hidráulicas), lo que sirvió de base para la expansión de los imperios español, portugués, francés, holandés y británico en los siglos XV, XVI, XVII y XVIII (Canese, 2006: 24-25).



Más después, en el año 1776, fue fundamental el descubrimiento del vapor como energético, el redescubrimiento del petróleo en 1859, los motores a combustión interna y la energía eléctrica a fines del siglo XIX. Aunque Canese sostiene que “sin la máquina a vapor, sin el carbón y, luego, sin el petróleo, no habría habido revolución industrial” (2006: 25), cabe precisar que estos energéticos sin el espíritu antropocéntrico que se fue desarrollando en Occidente no habrían sido sometidos a los usos intensivos e irracionales a que fueron sometidos desde la Revolución Industrial hasta nuestros días, al punto que ahora están en proceso de extinción, causando graves crisis energéticas en los principales centros urbanos del planeta, que dependen en gran medida de los combustibles fósiles. Sin embargo y a pesar de estas crisis, continúa el crecimiento per

cápita en el consumo de energéticos, principalmente entre los habitantes de las grandes urbes, cuyas matrices energéticas están acondicionadas para cubrir un estilo de vida consumista y depredador, que afecta al equilibrio del planeta.

El dispendioso consumo energético de los países más desarrollados, así como de las élites de los países menos desarrollados, está llevando a la humanidad a situaciones extremas en lo ambiental y social, en base a un modelo –la sociedad de consumo- que no es sustentable a largo ni mediano plazo, y que ya produce serios desajustes hoy (Canese, 2006: 26).

La causa estructural es la sociedad de consumo. Toda la humanidad ha adoptado este modelo, incluso el restante “mundo socialista” (China Popular), cuyo objetivo siempre fue acercarse a los patrones de consumo del mundo capitalista, y no cambiar la esencia de la sociedad de consumo...

La velocidad con que la humanidad agota sus restringidas reservas de hidrocarburos baratos –o bien, la velocidad a la cual la humanidad se acerca al abismo...- aumentó considerablemente en los últimos años y lo único que se ve es que la aceleración y la velocidad siguen aumentando. Es más, todos los gobiernos proponen seguir aumentándola (crecer más rápido), que es lo mismo que llegar más rápido al abismo. Se desconoce que exista un gobierno significativo en el mundo que actúe firmemente para salir de la sociedad de consumo (Canese, 2006: 31-32).

#### **2.4.4. La experiencia fatídica de las megarepresas**

Bajo el supuesto de que un mayor consumo energético está aparejado a un mayor crecimiento económico y desarrollo, y que éstos traerán consigo un mayor bienestar social y confort, en el mundo se ha impulsado –además de las energías “esclavistas”, energías fósiles (carbón, petróleo, gas natural) y otras energías alternativas (eólica, solar, biomasa, nuclear)- la energía hidroeléctrica, a la que se le atribuye el mito de ser energía “limpia”, generada por el agua, considerado un recurso natural “renovable”, lo cual también es otro mito puesto en duda por el calentamiento global, que está extinguiendo las fuentes de agua dulce.

La fuerza del agua ha sido utilizada desde hace siglos al servicio de la humanidad, no obstante, la construcción de grandes represas ha comenzado recién hace unos setenta años, como respuesta a las crecientes demandas de electricidad de un mundo cada vez más poblado e industrializado. La utilización del agua para la producción de energía es considerada una de las tecnologías más limpias, desde el punto de vista ambiental y, desde el económico, tiene la ventaja de que es renovable y está disponible en los ríos de manera gratuita. Sin embargo, la construcción de grandes represas provoca impactos tan considerables que las ventajas de la hidráulica desaparecen en la proporción en que los proyectos desplazan a grandes poblaciones o afectan a culturas únicas, contaminan ríos y destruyen, desde ecosistemas prístinos hasta tierras cultivables, en un proceso que daña irremediablemente la biodiversidad local (FOBOMADE, 2000, 3).

Ante la demanda de energía que tiene el mundo cada vez más ávido de energía, se apela a la construcción de grandes represas que ocasionan otros problemas tan graves como los que provocan los energéticos fósiles por ejemplo. Centenares de grandes represas construidas en varios países y continentes van ocasionando grandes problemas, no sólo al entorno natural y poblacional sino también a los propios Estados que promovieron sus construcciones: las grandes represas implican grandes costos financieros en su construcción y grandes costos financieros en tratar de revertir los grandes impactos sociales y ambientales que van provocando.



Parfraseando a otros estudiosos sobre el tema, la construcción de grandes embalses bajo la consigna de generar “energía limpia”,

... sumerge tierras cultivables y desplaza a los habitantes de las zonas anegadas, altera el territorio, reduce la diversidad biológica, dificulta la emigración de los peces, la navegación fluvial y el transporte de elementos nutritivos aguas abajo, disminuye el caudal de los ríos, modifica el nivel de las capas freáticas, la composición del agua embalsada y el microclima... Miles de valles y de hábitats han sido destruidos por los grandes embalses, desplazando a millones de personas... Cuanto mayor es el embalse, más grande es el desastre, aunque a veces se tarda algún tiempo en reconocerlo, como Akosombo en Ghana, Assuan en Egipto o Balbina en Brasil (Santamarta, [www.ecoportal.net/](http://www.ecoportal.net/)).

Las represas desplazan a las comunidades que viven de las tierras productivas, los ríos, la pesca, la ganadería, la recolección de leña y la cosecha de productos forestales y otros medios de subsistencia, y los desplaza hacia mayor pobreza, desnutrición, marginación y rompimiento de tejidos sociales y familiares con las reubicaciones hacia una desarticulación sociocultural. La represa corta el acceso a la salud, al agua potable y la educación, pero también el paso hacia otras regiones y pueblos donde se comercializaba o donde tenían sus tierras. Se pierden puestos de trabajo y escasean los alimentos. Esta inseguridad alimentaria dura por muchos años junto con el hambre y la desnutrición. Esto se ha dado en Vietnam, China, Malasia, Tailandia, India, México, Guatemala, Honduras, Brasil, etc. (Castro, [www.ecoportal.net/](http://www.ecoportal.net/)).

Ya que en los recientes debates nacionales, a tiempo de analizar el tema de las megarepresas de la cuenca del Madera, hay técnicos y políticos que apelan a los casos de Itaipú y Yaciretá para justificar que con la construcción de las megarepresas en la cuenca del Madera, Bolivia recibiría ingentes ganancias financieras de la misma manera que lo estaría haciendo Paraguay con la represas binacionales de Itaipú y Yaciretá, es importante hacer referencia a los mitos que envuelven a estas dos megarepresas, altamente lesivas a los intereses

económicos y la soberanía energética de Paraguay, y ampliamente favorables a los Estados de Brasil y Argentina.

La represa binacional de Itaipú (Brasil-Paraguay) tiene una potencia instalada de 12.600 MW; en cambio, la represa binacional de Yaciretá (Argentina-Paraguay) tiene una potencia instalada de 3.000 MW.

Ambos tratados obligan al Paraguay a “ceder el derecho de compra” con exclusividad al Brasil y Argentina, si es que Paraguay no va a utilizar la energía. Al mismo tiempo, tanto Brasil como Argentina se las han ingeniado para:

- Sobrefacturar los costos de construcción beneficiando mayoritariamente a sus empresas.
- Endeudar a los respectivos entes binacionales.
- Aplicar tasas usurarias.
- Utilizar ellos mismos en forma mayoritaria una energía más barata que el costo, en mucha mayor proporción que el Paraguay.

Ambos entes son nominalmente binacionales, pero son manejados exclusivamente por Brasil y Argentina. Ambos países pagan tarifas de energía por debajo de los precios de mercado...

Los tratados de Itaipú y Yaciretá despojan al Paraguay de su soberanía hidroeléctrica y debido a ello, no puede exportar su electricidad libremente a precio de mercado. Al contrario, se le obliga a entregar toda su energía a precios muy inferiores a los del mercado (Canese, 2007: 96-97).

Por esta cruda realidad que vive el Paraguay, cuya abundancia en generación eléctrica no favorece propiamente al pueblo paraguayo sino a grupos minúsculos de Paraguay y grupos empresariales de Brasil y Argentina, el presidente Lugo ha planteado la necesidad de revisar los acuerdos firmados con Brasil durante la dictadura de Stroessner, para recuperar su soberanía energética y establecer nuevos precios de venta de energía eléctrica, de manera que Paraguay en forma soberana pueda vender su energía eléctrica a Brasil y otros países del Cono Sur.

De esta fatídica experiencia que tiene Paraguay se debe extraer la dura lección de que no es posible hacer

acuerdos con Brasil para emprender la construcción de megarepresas binacionales en territorio boliviano, vanguardizadas por empresas brasileñas para generar energía con destino a ciudades e industrias brasileñas, con préstamos financieros y fijación de precios de venta condicionados por Brasil –tal cual ocurrió con Paraguay-, y lo que es peor, a costa de enormes impactos en territorio boliviano y sin la garantía de que la energía eléctrica a producirse vaya a satisfacer la demanda de energía de la población amazónica de Bolivia.

### 3. Los megaproyectos en la cuenca del Madera

#### 3.1. El Complejo Hidroeléctrico del Madera

Por decisión e interés del gobierno brasileño, está en la mesa de discusiones entre Bolivia y Brasil el proyecto de construcción de represas hidroeléctricas en la cuenca del río Madera, un proyecto que empresas brasileñas desean implementar desde 1971 aproximadamente, y que a pesar de la oposición de los movimientos sociales e indígenas, tanto de Brasil como de Bolivia, sigue avanzando por la presión de intereses privados y transnacionales que operan desde Brasil, con la aprobación y apoyo del gobierno de Lula.

Gráfica 1  
Mapa de las cuatro megarepresas del Proyecto Hidroeléctrico del Río Madera



Fuente: EIA, Río Madeira, 2004

El Complejo Hidroeléctrico del Madera comprende la construcción de cuatro megarepresas: **Santo Antonio** y **Jirau**, en el Estado de Rondonia (Brasil); la **represa de Guajaramerin** (se llama así porque está cerca de las ciudades de Guayaramerín y Guajaramerin, pero que en realidad estaría ubicado en las cachuelas de Riverón (Departamento de Pando), a ser construida en aguas binacionales que Brasil y Bolivia comparten, y la **represa de Cachuela Esperanza**, Departamento de Beni (Bolivia). Este complejo hidroeléctrico comprende además la construcción de líneas de transmisión hacia los centros industriales del sur de Brasil y la construcción de esclusas en las cuatro represas, con la finalidad de hacer navegable el río Madera.

Desde hace seis años aproximadamente –tiempo en el que se intensifican las gestiones y condicionamientos brasileños-, las empresas FURNAS<sup>4</sup> y Odebrecht S.A.<sup>5</sup> están haciendo labor de seducción en círculos institucionales y profesionales de Bolivia, a objeto comprometer al Estado boliviano en este megaproyecto. El año 2005, dichas empresas, en su intento de obtener la licencia de parte del Estado boliviano para realizar los estudios ambientales y justificatorios de las megarepresas en territorio boliviano<sup>6</sup>, sufrieron un inicial fracaso, pues varias personalidades e instituciones públicas y privadas lograron que el gobierno boliviano promulgue el D.S. 28389 (6, X, 2005), por el cual se suspende el tratamiento de solicitudes y consiguiente otorgamiento de licencias, licencias provisionales y concesiones en materia hidroeléctrica sobre la cuenca del río Madera.

FURNAS y Odebrecht S.A., a pesar del fracaso que sufren en Bolivia, prosiguen sus gestiones en Brasil, logrando la aprobación inicial de su proyecto. Para este efecto, el mencionado consorcio realizó un estudio de impacto ambiental que fue aprobado en septiembre de 2006 por el Instituto Brasileño del Medio Ambiente y Recursos Naturales Renovables (IBAMA). Posteriormente, en julio del 2007, el gobierno

4 Empresa eléctrica brasileña vinculada al Ministerio de Minas y Energía de Brasil. Nació en 1957.

5 Empresa constructora privada fundada en 1946 por Norbert Odebrecht. Desde 1979 amplía su actividad hacia la industria química y petroquímica. Se encuentra en América del Sur, Centro América, Norte América, África, Europa y Medio Oriente.

6 Con esta licencia, las empresas constructoras habrían completado su deseo de construir cuatro represas en la cuenca del río Madera, dos represas en Brasil (Jirau y Santo Antonio) y dos represas en Bolivia (una represa binacional en el río Madera y otra represa en el río Beni).

brasileño aprobó el trámite de licitación pública para la construcción de la represa de Santo Antonio, y en mayo de este año licitó la construcción de la represa de Jirau. En la Gráfica 2 se puede apreciar las características que tendrían estas represas.

Gráfica 2  
Características generales de las usinas hidroeléctricas  
Base de costos: Julio / 2002

	AHE SANTO ANTONIO	AHE JIRAU
N.A. (m)	70,00	90,00
Potencia Instalada (MW)	3.580,00	3.900,00
Energía Firme Local (MW medios)	2.185,00	2.285,00
Salto de Referencia (m)	13,90	15,10
Tipo de Turbina	Bulbo	Bulbo
Potencia Unitaria (MW)	71,60	75,00
No. Unidades	50	52
Costo Total (s/JDC)(x10 <sup>6</sup> R\$) excepto navegación	6.450,00	6.880,00
Costo de las Obras de Transposición (R\$ 10 <sup>6</sup> )		

Fuente: Presentaciones de Furnas, Odebrecht S.A. y PCE en Bolivia (Beni), Junio, 2004

### 3.1.1. La posición brasileña

Con estos estudios y trámites aprobados por organismos brasileños, el gobierno de Brasil supone estar en su derecho de construir las represas en su territorio sin tener que consultar a Bolivia, en un estilo que rememora a los antiguos “fazendeiros” que tomaron el Acre para sí.

Silas Rondeau, Ministro de Minas y Energía de Brasil, con un desprecio propio de bandeirante, se despachó un “no cabe acuerdo con Bolivia... en la medida en que las dos hidroeléctricas (Santo Antonio y Jirau) están en territorio de Brasil” (La Razón, 23, 01, 2007), ignorando de este modo acuerdos internacionales que resguardan el curso natural de aguas transfronterizas. De modo similar, Aloísio Vasconcelos, Presidente de Eletrobrás, amenazó con: “O el Gobierno (de Lula) da un golpe sobre la mesa y libera los proyectos del sector energético o esos grupos de ambientalistas pararán el país” (Fundación “Consejo para el Proyecto Argentino”, 01, 02, 2007). Por su parte –conforme reportan medios periodísticos- el Presidente Lula ha ofrecido a Bolivia una salida marítima al Atlántico, a través de los ríos Madera y Amazonas. También ha ofrecido créditos

blandos destinados al área agrícola. “Entre ellos, un crédito concesional de 30 millones de dólares para la compra de tractores a un tipo de interés del 2 por ciento” (Infolatam, 23, 01, 2007).

Para rematar la “avanzada diplomática” brasileña, el Canciller Celso Amorim ha anunciado en Europa que “Brasil subordinará su ayuda de 30 millones de dólares a Bolivia al trato que reciban los agricultores brasileños afectados por la reforma agraria en Bolivia... Los tractores que Brasil financiará están vinculados a la manera en que se ejecute la reforma agraria en zonas donde hay brasileños”, declaró Amorim, quien negó que se trate de un condicionamiento; “es una inducción positiva y no un condicionante negativo”, aclaró. Los “brasileños afectados”, a los que se refiere Amorim, son propietarios de barracas y haciendas que están dentro de la franja de seguridad de los 50 kilómetros en la frontera boliviano-brasileña que la Constitución Política del Estado boliviano prohíbe dar en título de propiedad a individuos y empresas extranjeras.

Sin duda que el interés declarado por el Estado brasileño para implementar este megaproyecto responde a intereses convergentes entre el gobierno de Lula y la empresa privada brasileña. Para Lula, la construcción de las represas hidroeléctricas es parte del Programa de Aceleración del Crecimiento que comprende: a) la generación de energía eléctrica para las ciudades industriales del sur brasileño; b) la apertura de mercados en el oeste sudamericano y las lejanas China e India, ansiosas de la soya brasileña y, c) tener mayor presencia geopolítica en la región. En cambio, para las empresas brasileñas, particularmente para FURNAS y Odebrecht S.A., la construcción de las megarepresas constituye un negocio de alrededor de 11.000 mil millones de dólares (EFE, 11, IV, 2008), sin considerar los costos que implica la construcción de las líneas de transmisión, más la posibilidad de regentar un negocio de distribución eléctrica de aproximadamente 6450 MW que generarían las represas en Jirau (3.300 MW) y Santo Antonio (3.150 MW) en el Estado de Rondonia<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Es preciso subrayar que las estimaciones de los costos de construcción de Santo Antonio y Jirau subieron de 6.531 a 11.000 millones de dólares en sólo cuatro años. Si tenemos en cuenta la experiencia de Itaipú es probable que también en este caso se termine pagando por las represas montos financieros más gordos a los difundidos inicialmente. Sobre el caso paraguayo, Ricardo Canese sostiene que “Itaipú debería haber costado apenas 2.033 millones de dólares según el Estudio de Factibilidad que dio origen al Tratado. Tuvo un desmesurado encarecimiento, llegando a 20.000 millones de dólares

Finalmente, a pesar de los reclamos de Bolivia, los representantes brasileños han reiterado en varios encuentros que bajo ningún punto de vista suspenderán el proceso de licitación de las hidroeléctricas, negando que éstas lleguen a impactar en territorio boliviano.

Empero, y contrariamente a la posición del gobierno brasileño, hay agrupaciones sociales como el Movimiento de Afectados por las Represas, personalidades y organizaciones ambientalistas que, dentro el propio Brasil y en el propio Estado brasileño, están dando lucha a los impulsores de este descomunal proyecto.



La lucha del Movimiento de Afectados por las Represas en Brasil.

### 3.1.2. La posición de Bolivia

Como ya se mencionó, el gobierno boliviano emitió en el 2005 un decreto supremo por el cual suspende la otorgación de licencias y concesiones hidroeléctricas en la cuenca del Madera. Por su parte, las organizaciones campesinas del norte amazónico del país, han hecho conocer su demanda en los siguientes términos:

El Gobierno debe rechazar totalmente la construcción de las represas en el río Madera y evitar la firma de un Convenio con la República Federativa del Brasil, relacionado con este punto, para preservar el habitat del Norte Amazónico de Bolivia (FSUTCP, 2007: 2).

que benefició a empresas brasileñas y que generó una deuda que debe ser asumida en un 50% por Paraguay. El 85% de los fondos quedaron en Brasil, el 15% fue una muy buena inversión a favor de la élite paraguaya protegida por Stroessner, los ‘barones de Itaipú’, grupo que ha sido incondicionalmente obsecuente a los intereses de las grandes empresas del Brasil” (Canese, 2007: 97).

En junio del 2007, en ocasión del Primer Foro Amazónico celebrado en Guayaramerín, las instituciones públicas nacionales y locales, y las organizaciones sociales de la región, coincidieron en rechazar el proyecto brasileño de construcción de las represas de Santo Antonio y Jirau, porque constituirían “las represas de la muerte”.

En lo que respecta a las Hidroeléctricas que desea construir el Brasil en Jirau y San Antonio, próximos a la frontera con Bolivia, el Primer Foro Amazónico comparte y respalda las gestiones que viene encarando la Cancillería de la República haciendo conocer a su homólogo del Brasil, la preocupación de Bolivia por los potenciales impactos ambientales, económicos y sociales que tendrían los proyectos en la zona de influencia. Antes de llevar adelante este tipo de emprendimientos se debe tomar en cuenta acuerdos internacionales. Es evidente que cualquier modificación a un curso de agua de la magnitud del río Madera producirá impactos ambientales de gran magnitud. Lo que es discutible en relación al proyecto no es solo la medida de esos impactos, sino además la ética de la decisión de un país de hacer asumir a otro un riesgo que no ha buscado, que no le reporta beneficio alguno y con el cual no está de acuerdo (Declaración del Primer Foro del Norte Amazónico de Bolivia, junio, 2007).

Por su parte el Canciller David Choquehuanca ha expresado: “nuestro temor es que esas represas puedan inundar nuestros territorios y llevar a la extinción a algunas especies” (La Razón, 23, 01, 2007)<sup>8</sup>. A su vez, el Presidente Morales, en su encuentro con su homólogo en Brasil (febrero de 2007), ha manifestado una posición soberana y no ha firmado ningún acuerdo sobre el particular con Lula, pese a la impaciencia

<sup>8</sup> “El 7 de febrero de 2007 se llevó a cabo una reunión bilateral en Río de Janeiro. En dicha oportunidad la Delegación boliviana planteó su posición en los siguientes puntos: Los estudios realizados por el Brasil son insuficientes, en razón a que un estudio completo debe estudiar toda la cuenca, incluida la que se encuentra en territorio boliviano, con el objetivo de evaluar las consecuencias en toda la región que ocasionaría la instalación de las centrales hidroeléctricas posibilitando, además de ser necesario un análisis de los impactos ambientales sociales y económicos... En tanto estos estudios no sean concluidos, el Brasil no debe tomar acción alguna conducente a iniciar la construcción de centrales hidroeléctricas, así estas se encuentren en territorio brasileño”, reporta un técnico de la Cancillería boliviana (Alurralde, J.C.: “Acciones del gobierno boliviano sobre el proyecto hidroeléctrico del río Madera”. La Paz, presentación PPT, 2008).

de éste que pretende mostrar grandes y exitosos megaproyectos a sus electores.



Fuente: orgulloboliviano.blogspot.com

Finalmente, en la reunión técnica celebrada entre las delegaciones de Bolivia y Brasil (La Paz, octubre, 2008), Bolivia presentó evidencias técnicas concretas sobre los varios y grandes impactos que sufriría por la construcción de las represas brasileñas, particularmente, por la inundación y sedimentación a producirse, con resultados nefastos en la ictiofauna y la salud humana. La delegación brasileña no ha podido rebatir los resultados técnicos presentados por los técnicos bolivianos.

### **3.1.3. Impactos potenciales del Complejo Hidroeléctrico del Madera**

Numerosos estudios y las propias organizaciones sociales del Departamento de Pando, Riberalta y Guayaramerín han sostenido reuniones de análisis sobre el destino que sufrirían con la eventual construcción de las megarepresas en el río Madera, y van calculando los impactos que les tocaría soportar.

1. El primer y gran impacto sería el crecimiento de los ríos. Siendo la topografía del Amazonas más o menos uniforme, la construcción de dos represas en el río Madeira (Brasil) taponaría los ríos y afluentes de la cuenca del Madera, afectando directamente a los ríos Abuná, Madre de Dios, Beni, Mamoré y Guaporé, convirtiendo a la región en un extenso pantanal. Este fenómeno no sería posible en otro tipo de topografía como la andina, donde –por la pendiente de los ríos- la construcción de represas crea lagunas o embalses de agua, pero no pantanales a lo largo del río kilómetros arriba.



En la Gráfica 3 se puede apreciar que la represa de Jirau no produciría propiamente una laguna de embalse, como suele ocurrir con otras represas. Lo que ocurriría en cambio es que esta represa ensancharía las riberas del río Madeira y de sus afluentes. Aunque la Gráfica 3 no muestra las zonas a ser impactadas en Bolivia, esto no quiere decir que no habrá ensanchamiento del río Madera y sus afluentes en territorio boliviano. Si en la gráfica no aparece este ensanchamiento, es porque los estudios no se hicieron en territorio boliviano. En la realidad, el ensanchamiento del río Madeira no podría detenerse justo en la frontera entre Bolivia y Brasil: las aguas y los impactos ambientales no requieren “visa” para pasar de un país a otro.

- Hay que considerar que la cuenca del río Madera es una cuenca de origen andino, sus aguas –excepto las del río Guaporé– nacen en la cordillera de los Andes, como también sus sedimentos –excepto los del Guaporé–. De manera que por los ríos Madre de Dios (Perú y Bolivia), Beni (La Paz y Beni) y Mamoré (Cochabamba, Potosí, Santa Cruz y Beni) corren grandes cantidades de agua pero también de sedimentos andinos, que en pocos años llegarían a cubrir los embalses creados por las represas, agravando la inundación del río Madera y sus afluentes. En efecto, si todas las aguas que corren en la cuenca del Madera desembocan en el río Madera, toda la sedimentación que se produce en esta cuenca también desemboca en el río Madera, siendo esta sedimentación la que en pocos

años inutilizaría las represas, que constituirían dos grandes muros de contención de sedimentos.

Luego, el río que más sedimentos carga al río Madera es el río Beni, el río donde también se pretende construir la represa Cachuela Esperanza (departamento de Beni) y la represa El Bala (Departamento de La Paz). Según la Gráfica 5, el río Beni carga entre 1000 y 1200 ton/Km<sup>2</sup> al año. Siendo así, las represas a ser construidas en el río Madera, tanto en el lado brasileño como en el lado boliviano, se colmatarían de sedimentos en pocos años, achicando el ciclo de vida de las represas. Por este motivo, es interés de Brasil que Bolivia construya sus propias represas en su territorio (Cachuela Esperanza y El Bala), a objeto de conferirle un ciclo normal de vida a sus represas en territorio brasileño (Santo Antonio y Jirau), de modo que la sedimentación no sea un problema económico para Brasil, aunque sí para Bolivia.



El río Beni es el que carga mas sedimentos.

Según Jorge Molina, estudios básicos en hidrología demuestran que hay una causalidad directa entre el nivel de las aguas y el nivel de sedimentación: si la sedimentación en el fondo del río aumenta, la superficie de las aguas también aumenta. En el caso del río Madera, y particularmente en territorio boliviano, esto es aún más grave, pues

la ribera boliviana es 5 metros más baja que la ribera brasileña. Así se observa en la Gráfica 6 que –conforme a estudios de topobatimetría realizados por las propias empresas brasileñas– representa un corte transversal a la altura de Abuná (puesto fronterizo entre Brasil y Bolivia), y en el que se puede apreciar, por una parte, cómo la sedimentación eleva el nivel de las aguas y, por otra, que la ribera boliviana es más baja y más proclive a inundarse que la brasileña.



La ribera boliviana en Abuná es 5 metros más baja.

3. El taponamiento de los ríos, causado por las represas y la sedimentación creciente, provocaría la inundación de las tierras de cultivo estacionales en las riberas de los ríos. Actualmente –entre los meses de mayo y noviembre y cuando las aguas de los ríos bajan–, los pobladores pueden cultivar en las riberas productos necesarios para su propia sobrevivencia, lo cual no es posible cuando las aguas suben en época de lluvias. Con la instalación de megarepresas en medio del río Madera, no habría este uso estacional de las riberas, porque las riberas estarían cubiertas todo el año, impidiendo el cultivo de productos necesarios para la seguridad alimentaria de las familias campesinas e indígenas de la zona. Y si a causa de la construcción de las represas se cubrirían las riberas durante todo el año, en época de lluvias la inundación sería mayor. Más grave aún, durante los fenómenos de El Niño y La Niña, que van ocurriendo en periodos cada vez más cortos, el desborde de los ríos abarcaría grandes territorios de la cuenca del Madera, tanto

en territorio brasileño como en territorio boliviano, achicando las tierras de cultivo estacionales y perennes.

4. La inundación afectaría también a la producción de castaña, cuyos árboles requieren determinadas condiciones de humedad de tierras: si la humedad aumenta, los árboles de castaña dejan de producir y se mueren, lo cual sería catastrófico para la economía de los productores de castaña<sup>9</sup> que exportan castaña a los mercados de Europa en cantidades apreciables, precisamente porque el actual ecosistema de Pando y norte de Beni les permite producir castaña de gran calidad y que no tiene la castaña brasileña: su mala calidad la ha adquirido precisamente porque el ecosistema en el lado brasileño está seriamente dañado con plantaciones de arroz, soya y extensos pastizales de ganadería. Cabe destacar que Bolivia es el primer productor de castaña, exporta el 70% de la producción mundial, mientras que Perú el 20% y Brasil el 10%.
5. La inundación afectaría también a las tierras de pastoreo, tanto de grandes como de pequeños propietarios, provocando la crisis de la economía ganadera, no sólo porque se achicarían las tierras de pastoreo sino además porque el cambio en las condiciones geográficas de la zona expondría al ganado vacuno ante nuevos riesgos de morbilidad y mortandad. Esto es particularmente preocupante para los pobladores de las riberas del Mamoré que ya tienen experiencias fatídicas por la inundación de sus pastizales en época de lluvias, particularmente, en los años 2007 y 2008.
6. Además de afectar a las tierras de cultivo, bosques de castaña y tierras de pastoreo, la inundación afectaría a las selvas vírgenes del Amazonas, afectando seriamente a la biodiversidad vegetal y animal que, estando cubierta de agua como nunca antes, se pudriría en las aguas estancadas. De esta manera, por ejemplo, muchas especies vegetales de gran valor terapéutico y medicinal simplemente se

9 Según estimaciones del Ministerio de Trabajo, la población vinculada a la explotación de castaña, entre recolectores y familias dependientes de recolectores, alcanza a aproximadamente 40.000 personas. Este dato no incluye el número de personas vinculadas a la comercialización y transporte de castaña, que los hay en la propia región amazónica y en otros departamentos del país.

extinguirían o, lo más grave, mutarían su condición benefactora por otra maléfica, como las plagas que aparecen y crecen sin control, o como los “miasmas medievales” que, emanando de las aguas detenidas, contribuirían a los procesos de calentamiento global del planeta. Hoy en el mundo se tiene evidencias de que las represas son productoras de metano, uno de los tres gases de mayor efecto invernadero. Sobre el particular, Paola Cortés reporta lo siguiente:

Un estudio publicado por técnicos del Instituto Nacional Brasileño para Investigaciones Espaciales ha anunciado que las grandes represas podrían ser una de las mayores causas para que se produzca el cambio climático, debido a la enorme cantidad de metano que emiten anualmente. Este gas, aún más potente que el dióxido de carbono para retener el calor, es emitido por las represas en una cantidad que se aproxima a las 104 millones de toneladas métricas cada año.

Por esto, se puede afirmar que ahora existe evidencia sustancial y suficiente para catalogar a las grandes represas como parte de las mayores fuentes responsables de... contaminación que inciden en el cambio climático; es fundamental que el tema logre comprenderse en los escenarios sociales, participativos, de opinión pública y, principalmente, en el nivel político y de toma de decisiones, pues, la calidad de tecnología limpia de las represas para generación de energía está completamente descartada (Cortés, 2007: 2).

7. La construcción de las represas en Jiraú y Santo Antonio provocaría fuertes impactos en la ictiofauna, vale decir, en la variedad de especies de peces existentes que se estima en alrededor de 600 especies, conocidas y no conocidas. Según Pablo Villegas, “estudios realizados por FURNAS demuestran que en el primer año después de la construcción de la represa desaparece un 70% de las especies existentes” (2007: 112), esto es 420 especies, un dato alarmante para la salud de la naturaleza y de la propia humanidad que, a tiempo de ratificar el carácter antropogénico y devastador de las megarepresas, pone en riesgo la propia seguridad alimentaria de las poblaciones indígenas y ribereñas que habitan en la cuenca del Madera

que, por hoy, se alimentan de peces y viven de la economía de la pesca en forma equilibrada.

Se ha establecido que los circuitos de migración de la ictiofauna que habita la cuenca del Madera son variados. Hay especies de peces (el surubí por ejemplo) que circulan tramos largos que van desde las alturas de la cuenca del Madera (afuentes del río Mamoré, por ejemplo) hasta la desembocadura del Amazonas; otras especies circulan tramos más cortos entre Bolivia y Brasil. Siendo así, las nuevas represas constituirían dos muros que impedirían la circulación de peces que migran entre la cuenca del Madera y el río Amazonas. Aunque los proyectistas de las represas anuncian la construcción de pasos de peces en las represas, sus propios estudios dictaminan que estos pasos no garantizarían el tránsito libre de los peces, al igual que no tienen ninguna eficacia los pasos de peces colocados en otras megarepresas construidas en otras regiones de la Amazonía. Los pasos de peces son eficaces sólo para algunas especies de salmón, no así para los bagres o surubíes.



Otro de los factores que incidiría en la extinción de peces está relacionado con la disminución de la velocidad de las aguas, lo cual provocaría la falta de oxigenación y aumento en la temperatura del agua. Esto para la vida acuática es tan grave como para la vida terrestre sería la falta de vientos y brisas, o para la vida humana es la disminución de oxígeno. Recuérdese los miles de niños y adultos que murieron a causa de la ola de calor que sofocó a Europa algunos años atrás.

8. La construcción de represas, como sostiene nuevamente Villegas, ocasionaría la propagación

de viejas y nuevas epidemias (malaria, dengue, fiebre amarilla, enfermedades diarreicas, parasitosis, esquistosomiasis y otros cuadros patológicos), provocados por el estancamiento de las aguas. A causa de la construcción de las represas, la malaria –que de todas maneras está nuevamente preocupando a organismos nacionales e internacionales por su recrudecimiento en zonas tropicales del planeta<sup>10</sup>-, suscitaría un aumento desmesurado de los índices de morbimortalidad de la zona. En efecto, la inundación de grandes territorios y la disminución de la velocidad y oxigenación de las aguas propagarían la proliferación de su agente transmisora: la Anopheles, que está desarrollando resistencias ante los insecticidas convencionales, mientras que el parásito (plasmodium) ha desarrollado una alta resistencia a los antibióticos (particularmente el plasmodium falciparum), que está dificultando el control tanto de la tasa de infección como de la diseminación de la enfermedad. Hay que subrayar que en el mundo, cada minuto, entre 3 y 5 niños mueren de malaria.



Fuente: boardingpasses.org

9. Otro de los grandes impactos que provocarían las megarepresas sería la destrucción del Parque Departamental y Área de Manejo Integrado Bruno Racua del Departamento de Pando, que tiene 74.000 Has. de bosque primario, es decir, una

<sup>10</sup> De acuerdo con datos del Centro de Enfermedades de los Estados Unidos, se calcula que cada año se presentan de 300 a 500 millones de casos de malaria y que más de un millón son fatales. Es la enfermedad de mayor riesgo para las personas que se desplazan hacia climas cálidos. Véase: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000621.htm>.

riqueza natural que ya no la tienen las regiones brasileñas de Rondonia y del Acre, contiguas a Bolivia. La Ley 3158 (25, VIII, 2005) que aprueba la creación de este Parque, plantea los siguientes objetivos:

- a) Proteger a las comunidades originarias, respetando su cultura, con sus usos y costumbres, que vivan dentro del área de la Reserva de Vida Silvestre “Bruno Racua”.
- b) Proteger las planicies erosionales, no aptas para la agricultura, que contiene la Reserva.
- c) Conservar la diversidad biológica de los ecosistemas de la Reserva de Vida Silvestre “Bruno Racua”.
- d) Preservar las áreas naturales para el desarrollo de estudios e investigaciones científicas.
- e) Conservar la riqueza de la fauna, flora, recursos genéticos y especies silvestres en extinción (GOB, 2005).

Con la construcción de las represas, particularmente la represa de Jirau, estos objetivos planteados en la Ley 3158, no se cumplirían; por el contrario, serían fatalmente afectados. Además, la destrucción de este Parque impediría a nuestro país acceder a bonos que ofrecen los mecanismos de desarrollo limpio de NN.UU., e inviabilizaría el turismo ecológico y comunitario en la región.

10. Finalmente, se producirían procesos de migración del campo a las ciudades. En efecto, a causa de:
  - a) inundación de territorios de Pando y norte de Beni,
  - b) inundación de tierras de cultivo estacional,
  - c) afectación de bosques de castaña,
  - d) afectación de tierras de pastoreo,
  - e) muerte de 70% de especies de peces,
  - f) muerte de especies vegetales y fauna,
  - g) aumento de malaria,
  - h) destrucción de un área protegida,se generarían procesos de expulsión de campesinos e indígenas a ciudades cercanas en calidad de mano de obra no calificada. Estos nuevos migrantes en ciudades aledañas serían enfrentados ante un nuevo espacio intercultural, serían enfrentados ante procesos de la llamada interculturalidad negativa, o la llamada etnofagia cultural; es decir, perderían su cultura, dejarían de ser indígenas para ser “mano de obra barata”, o “desocupados”, o “mendigos” en ciudades mercantilistas y extranjerizantes, lo cual

es también una constatación hecha por Gustavo Castro, quien también ha estudiado los impactos sociales y culturales que provocan las megarepresas construidas en otros confines del planeta.



Zona habitada por los moré, chacobo, ese ejja y pacahuara

El sometimiento de un pueblo empieza por la eliminación de su cultura. En la planificación de las represas la pérdida del patrimonio cultural nunca ha sido tomado en cuenta... En Sudáfrica las represas Gariep y Vanerkloof obligó a que el 75% de las mujeres como cabezas de familia y desplazadas vivieran más de un año sin tierras a orillas de las carreteras. Las mujeres locales contraen más enfermedades de transmisión sexual con la construcción de una presa por la gente externa que llega a la región. También se infesta en bares, cantinas y junto con ello se agudiza el alcoholismo, la prostitución, la drogadicción y la violencia intrafamiliar. Los productos básicos se encarecen y el trabajo temporal beneficia más a los hombres quienes además de abandonar su tierra, migran fácilmente a otros lugares dejando solas y sin tierras a las mujeres y sus hijos (Castro, <http://www.ecoport.net/>).

Y es exactamente esto lo que ocurriría con los pacahuara que ya están en proceso de extinción (sólo son 25 personas). Lo mismo ocurriría con los moré, chacobo, ese ejja, que viven en territorio hacer afectado

por las inundaciones. Entonces, siendo inminente la desaparición de pueblos y culturas indígenas, ¿podrán ser cuantificables los costos de esta extinción?, ¿habrán quienes negocien y exijan resarcimientos económicos por las pérdidas culturales y étnicas que sufra la humanidad?

### **3.2. Los proyectos de Cachuela Esperanza y El Bala**

El proyecto de El Bala data de los años 50 del siglo pasado, cuando Heinrinch Press realizó los primeros estudios de una presa de 205 metros de altura, a objeto de generar energía eléctrica, controlar inundaciones, habilitar tierras agrícolas y mejorar la navegación. Pero "fue descartado por irrealizable" (Molina, 2007: 1). A partir de 1967, tanto la Empresa Nacional de Electricidad (ENDE) como empresas privadas de ingeniería realizaron otros estudios sobre diversos aspectos técnicos y financieros relativos.

Los últimos estudios sugieren construir una represa de 169 metros de altura, para generar 2.460 MW. En efecto, estando el proyecto de El Bala ubicado en una garganta de aproximadamente 300 metros de profundidad y 100 metros de ancho, los últimos proyectistas (ICE y la Consultora CBP) han diseñado una presa de 169 metros de altura, desde el lecho del río, con una potencia instalada de 2.460 MW.

Para lograr este objetivo, se debería inundar una superficie de 2.505 km<sup>2</sup>, casi toda cubierta de bosque primario tropical en muy buen estado de conservación. El embalse ocuparía, además, un volumen de 226 km<sup>3</sup>, lo que lo convertiría en uno de los más grandes del mundo, tanto por su superficie como por su volumen (FOBOMADE, 2000: 12).

Posteriormente, y a objeto de superar los cuestionamientos realizados a la propuesta de ICE – CBP, la Prefectura de La Paz contrató en 1999 los servicios de Gregory Morris, quien presentó una alternativa para disminuir el tamaño del embalse.

Su propuesta consistió en construir dos represas, la primera ubicada en el angosto del Bala, con una altura de 70 m., medida desde el lecho del río, formando un embalse de 590 km<sup>2</sup> de superficie y 15 km<sup>3</sup> de volumen. La segunda,

en la serranía de Chepite, que tendría una altura de 90 m desde el lecho del río, con un embalse de 264 km<sup>2</sup> de superficie y 15 km<sup>3</sup> de volumen. En conjunto, las dos represas inundarían una superficie de 854 km<sup>2</sup>, tendrían un volumen de 30 km<sup>3</sup> y la capacidad de generar 1.800 MW (FOBOMADE, 2000: 12).

Empero, la Prefectura de La Paz que estaba impulsando este proyecto no logró su cometido, porque varias organizaciones ambientalistas alertaron sobre los grandes impactos sociales y ambientales que provocaría: la represa El Bala afectaría directamente al Parque Nacional y Área de Manejo Integrado Madidi y a la Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena Pilon Lajas que, por otros factores, ya están siendo sometidos a la destrucción de sus bosques, culturas y pobladores que lo habitan desde hace siglos y que viven de la agricultura de subsistencia, la caza y la pesca (FOBOMADE, 2000).



Ubicación del proyecto El Bala en el río Beni

Por su gran exuberancia y su baja densidad poblacional, la región hace tiempo que es vista como el espacio “vacío” al que se puede trasladar problemas de otros sitios del país, como por ejemplo la inadecuada distribución de la tierra. Por sus riquezas minerales e hidrocarburíferas, como también por su potencial hidroeléctrico, la región también está siendo tratada como un polo para potenciar el desarrollo departamental (FOBOMADE, 2000: 9).

En relación a los impactos ambientales y sociales que este megaproyecto provocaría, FOBOMADE ha realizado varios estudios técnicos y ambientales en los que se detectan varios impactos potenciales al medioambiente...

El primer gran impacto que produciría la construcción de la presa será el nuevo camino de acceso al lugar. Este camino, cuyo trazo aún no fue definido, deberá atravesar por serranías cubiertas de un bosque tropical en buen estado de conservación, con laderas de apreciables pendientes y muy sensibles a cualquier intervención. Una vez concluido, el camino facilitará el ingreso de cazadores, madereros y quizás incluso de agricultores que poco a poco irán alterando la región...

Sin embargo, el mayor impacto ambiental... estará asociado al llenado del embalse, que irá anegando una superficie de 2.505 km<sup>2</sup>, cubierta por selva tropical primaria... la gran cantidad de biomasa vegetal inundada tardará entre 10 y 100 años en descomponerse. Este proceso acidificará el agua del embalse y, por tanto, río abajo se tendrá nuevamente un gran impacto sobre la fauna y biodiversidad acuática...<sup>11</sup>

Otro impacto ambiental considerable será la sedimentación, que inicialmente tenderá a depositarse en el extremo superior del embalse, en los valles del Alto Beni y sus afluentes...

Para concluir con la enumeración de los principales impactos ambientales del proyecto El Bala, es importante señalar que se conoce ya con certidumbre que los embalses tropicales producen fuertes emisiones de gases de efecto invernadero... Estos pueden perfectamente superar las emisiones de una planta termoeléctrica de potencia equivalente, debido a que provocan la descomposición de una gran cantidad de biomasa. Esto permite deducir

11 Jean Gabriel Wasson, en la exposición que realizó durante el coloquio “Viabilidad económica – ambiental de la represa de El Bala”, realizado en noviembre de 1999, sostuvo lo siguiente: “El embalse tardaría más de 5 años en llenarse y, por su forma alargada y profunda, el tiempo de renovación del agua sería muy rápido en los valles de Alto Beni, pero en el lago subandino podría tardar unos 30 años. Lo anterior permite concluir que estos tiempos de retención del agua provocarían una completa pérdida de oxígeno en las zonas profundas, generando una acidificación del agua, la producción de gases de efecto invernadero o tóxicos para la vida acuática y la transformación de mercurio almacenado en los sedimentos, en una forma orgánica muy peligrosa, que podría contaminar a los peces y también a las personas”. (En: FOBOMADE, 2000: 49).

que el proyecto El Bala no podrá ser sujeto de beneficios como los previstos por el acuerdo de Kyoto que pueden contribuir en gran medida la viabilidad de un proyecto hidroeléctrico (FOBOMADE, 2000: 17-20).

Además, habrían impactos sociales...

... de los aproximadamente 1.000 afectados directos, más del 80% pertenecen a culturas amazónicas originarias, que desde hace algunas décadas viven un acelerado proceso de desaparición por la presión que el avance de la frontera agrícola y la extracción de riquezas naturales ejercen sobre sus territorios. Desde esta perspectiva, el impacto sobre estas culturas tiene una dimensión profunda e irreversible para la humanidad, porque con ellas desaparecen prácticas y saberes milenarios, que aún no han sido incorporados ni a la ciencia ni a la cultura mundial, los que, evidentemente, no se puede cuantificar...

Por otra parte, es necesario señalar que los impactos de la represa no sólo afectarán a los desplazados, otros habitantes de la cuenca también sufrirán impactos considerables. Río abajo, las personas recibirán el agua de mala calidad que sale de la represa, la misma que, por su alto grado de eutroficación, podría provocar daños a la salud de quienes la consuman o utilicen. También, es muy probable que el embalse incremente la cantidad de mosquitos y moluscos que transmiten enfermedades como el paludismo, la leishmaniasis y la esquistosomiasis, que ya existen en la región. La calidad del agua, así como la construcción de la presa tendrán un efecto negativo en la cantidad y variedad de peces, lo que afectará el consumo de proteínas de los habitantes de la región y el ingreso de quienes se dedican a la pesca como actividad comercial. Además, tanto por el control de inundaciones como por la mala calidad del agua, las tierras aguas debajo de la represa disminuirán su productividad en desmedro de la agricultura y la ganadería regionales (FOBOMADE, 2000: 25-26).

Desafortunadamente, en torno de este proyecto, que ya estaba archivado porque se evidenció su inviabilidad económica e impactos ambientales y sociales negativos, el actual gobierno ha emitido el D.S. 29191 (14, VII, 2007)<sup>12</sup>, por el que autoriza la realización de nuevos estudios, abriendo la posibilidad de que este megaproyecto se construya. De cumplirse este cometido, el proyecto El Bala sería congruente con los propósitos del Brasil, que sigue avanzando en la construcción de las represas de Jirau y Santo Antonio, cuya amenaza principal es precisamente la sedimentación que carga el río Beni, pero esta amenaza se despejaría si acaso se construye la represa El Bala, pues ésta constituiría la gran muralla de sedimentos andinos que se depositarían en territorio boliviano, formando un gran lago colmatado de sedimentos y que, estando detenidos en territorio boliviano, ya no llegarían al río Madeira (Brasil), alargando el ciclo de vida de las represas de Jirau y Santo Antonio.



Cachuela Esperanza

Bajo este propósito también va tomando cuerpo el proyecto de Cachuela Esperanza, que para los brasileños sería otra gran y eficaz muralla de contención de sedimentos andinos que arrastra el río Beni.

Los argumentos que los técnicos de instituciones públicas (y privadas también) esgrimen, tanto para El Bala como para Cachuela Esperanza, van por el lado económico. Arguyen que estas hidroeléctricas generarán energía eléctrica para venderla a Brasil, por lo que Bolivia obtendría ganancias iguales o superiores a las ganancias

<sup>12</sup> Dicho decreto establece en su Artículo 1: "El presente Decreto Supremo tiene por objeto declarar de interés y prioridad nacional el aprovechamiento de la cuenca del río Beni y definir los mecanismos a través de los cuales se realizarán los estudios que se requieran hasta el diseño final, para impulsar el Proyecto Hidroeléctrico denominado "El Bala" (GOB, 2007).

que actualmente recibe por concepto de venta de gas natural a Brasil. Añaden que los grandes beneficios que el país lograría con este proyecto son básicamente dos: por una parte, el fortalecimiento del Estado que, como nunca antes, recibiría ingentes recursos financieros para atender las demandas largamente insatisfechas de la sociedad boliviana y, por otra, crearía un polo de desarrollo en medio de la Amazonía boliviana. Como se puede apreciar estos objetivos son parte de la teleología desarrollista, o de la racionalidad antropocéntrica, cuyo fin es la robustez del Estado, o de las instituciones nacionales y locales, que dispondrían mayores recursos financieros para satisfacer las necesidades de la población, pero desgraciadamente a costa de Natura, es decir, a costa del soporte matricial que hace posible el desarrollo institucional y social. Y si el desarrollo es a costa de Natura, mañana o pasado mañana no habrá base matricial que siga haciendo posible el desarrollo de las instituciones y de la sociedad, porque éstas habrán actuado de modo voraz, de la misma manera que en la concepción de determinados grupos andinos actúa el feto en contra de la madre.

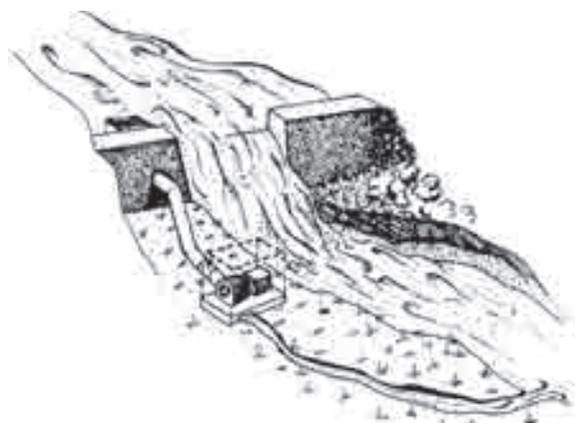
En todo caso y en tanto El Bala y Cachuela Esperanza son aún proyectos a definirse, a modo de advertencia es preciso mantener dos cuestionamientos básicos: ¿no será que la reactivación del proyecto El Bala y el anuncio de la construcción de otra represa en Cachuela Esperanza responden mucho más a una estrategia brasileña de abastecimiento de energía eléctrica que a una política nacional energética del Estado boliviano? ¿No será que la construcción de estas dos represas está más alentada para retener sedimentos andinos adversos para las presas de Jiraú y Santo Antonio que para la atención de necesidades energéticas del país?

#### **4. Proyectos energéticos alternativos**

Para cubrir la demanda de energía de la población del norte amazónico del país, se pueden implementar propuestas alternativas que en otras partes del planeta ya se están implementando en forma eficaz, ya sea mediante energías renovables (hidráulica, solar y biomasa), o también sustituyendo energías fósiles contaminantes por otras menos contaminantes.

#### **4.1. Micro centrales hidroeléctricas**

Una alternativa inmediata y barata a las grandes hidroeléctricas son las micro centrales hidroeléctricas, con capacidad de generación entre 1 MW y 4 MW. Dos o tres micro centrales, produciendo 7 MW en total, podrían satisfacer la actual demanda de energía eléctrica de las ciudades de Cobija, Riberalta y Guayaramerín. En esta perspectiva, se tienen diseñados algunos proyectos de construcción de micro centrales eléctricas en el río Tawamanu (cerca de Cobija) y en el río Yata (cerca de Guayaramerín), cada una de las cuales tendría una capacidad instalada de 3 a 4 MW, totalizando entre 6 y 8 MW, suficientes para cubrir la demanda actual de la región.



Sistema micro hidroeléctrico

En esta perspectiva, hay instancias gubernamentales que planean la construcción del Sistema Interconectado Amazónico (SIA), como un sistema regional de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, que inicialmente funcionaría en forma independiente del SIN, pero que luego, y a medida que vaya creciendo el SIN, su conexión al sistema nacional sería un hecho gradual y lógico. El proyectado SIA estaría alimentado por las micro centrales del Tawamanu y del Yata, que serían las generadoras de este sistema local. Para el transporte, se instalarían líneas de transmisión entre Guayaramerín, Riberalta y Cobija, de manera que la distribución de energía eléctrica abarque las ciudades de Guayaramerín, Riberalta, Cobija y otros poblados aledaños.

Siendo la energía un sector estratégico para el Estado boliviano, la construcción tanto de las micro centrales como de las redes de transmisión y distribución debe

ser realizada por la Empresa Nacional de Electricidad (ENDE) o, cuando menos, las empresas privadas que emprendieran estas iniciativas, deben ser supervisadas y controladas por ENDE, en tanto empresa estatal que debe regir el sector energético del país. De lo contrario, los emprendimientos privados, así sean pequeños, pueden provocar otros desastres ambientales y sociales. Se sabe por ejemplo que en el río Yata, una empresa privada pequeña, habiendo iniciado la construcción de una presa en medio de las cachuelas, abandonó la misma al evidenciar su propia inexperiencia en la construcción de embalses, con graves consecuencias financieras para la cooperativa eléctrica y el municipio que encargaron la obra.

#### **4.2. Otras energías renovables**

Ya sea por iniciativa estatal, por iniciativa de los poderes locales (prefecturas y municipios) o por iniciativa de las propias organizaciones sociales de la región, se debería alentar la implementación de proyectos de energía solar domiciliaria, cuando menos para autoabastecerse luz eléctrica y agua caliente, lo que de alguna manera ayudaría a resolver la escasez de energía que acusa la región.

Para usos energéticos domiciliarios (principalmente en zonas rurales aunque también en zonas urbanizadas) sería importante la promoción de dispositivos eficientes en el uso de biomasa, por ejemplo, cocinas a leña que mejoran la eficiencia en el uso de biomasa.



Respecto a la energía eólica, el Ministerio de Hidrocarburos y Energía acaba de publicar un mapa eólico de Bolivia. De acuerdo con este mapa, la región norte del país no tiene una buena calidad de vientos,

la debilidad y discontinuidad de los mismos impiden pensar en la posibilidad de generar energía eléctrica con “molinos de viento”. Empero, de acuerdo con la propia fuente, “la potencialidad de los vientos deberá ser complementada con mayores estudios, sobre todo en la parte norte del país donde existe poca información sobre el comportamiento de las corrientes de aire y su aprovechamiento” (MHE, 2008: 20), juicio que no descarta por completo la posibilidad de construir dichos molinos en la región norte del país.

#### **4.3. Sustitución de diesel por GN**

Actualmente, la región norte del país se autoabastece de energía eléctrica mediante termoeléctricas que funcionan a base de diesel, un energético contaminante y altamente costoso para la economía del país que debe importar y subvencionar los precios del diesel para abaratar los costos de funcionamiento de las termoeléctricas. A pesar de esta subvención, los costos de generación y los precios de distribución de energía eléctrica en la región constituyen los más caros del país.

Por esto, hay propuestas de sustitución del diesel por gas natural, para poner en funcionamiento una tecnología que ya está instalada: las termoeléctricas, pero bajando los costos de funcionamiento que deberían incidir en la reducción de los precios de distribución domiciliaria, comercial e industrial, lo que resolvería en gran forma la demanda de energía barata de la región.

Una de las alternativas para sustituir diesel por GN es mediante el sistema de transporte de gas natural comprimido (GNC). Para ello se requiere transportar GN en camiones cisternas de transporte de GNC. Estos camiones cisternas alimentarían con GN a las termoeléctricas de la región, de manera que en forma paulatina se vaya sustituyendo la dependencia que acusa la región respecto del diesel.

La otra alternativa de sustitución de diesel por GN, un poco más sofisticada que la anterior, sería transportar GN mediante el sistema de LNG. En efecto, en vez de camiones cisternas de GNC, se tendrían camiones “metaneros” que transportarían GN licueficcado. Y en vez de plantas compresoras de GN, se tendrían plantas de licuefacción en el punto de carga, y plantas de regasificación en el punto de descarga. En torno de este

proyecto, una empresa privada con capitales canadienses ha planteado al gobierno de Bolivia, aunque sin éxito, la instalación de dos sistemas de LNG, una a instalarse entre Santa Cruz y Trinidad, y otra a instalarse entre La Paz y el norte de Beni. Cada uno de estos sistemas de LNG, incluiría plantas de licuefacción (una en Santa Cruz y otra en La Paz) y plantas de regasificación (una en Trinidad y otra en San Buenaventura-Rurrenabaque). Estos sistemas contarían con camiones transportadores de LNG. La ventaja de este sistema de transporte con relación al sistema de GNC es que transportaría GN en muchísima mayor cantidad que los camiones cisternas de GNC. La desventaja en ambos, tanto para el GNC como para el LNG, es que la red vial hacia el norte del país es extremadamente precaria y discontinua.

Este proyecto de sustitución de diesel por GN merece las siguientes consideraciones: tanto el diesel como el GN son energéticos fósiles, en torno a los cuales existe amplia literatura sobre los efectos que producen al calentamiento global del planeta, por lo que la sustitución del diesel por GN no sería para sustituir un energético contaminante por otro más limpio, sino para lograr los siguientes objetivos:

- a) La sustitución del diesel por GN evitaría que el Estado siga subvencionando los costos elevados de funcionamiento de las termoeléctricas a diesel.
- b) Siendo los precios del GN más bajos que el diesel ayudarían a bajar los precios de distribución de la energía eléctrica, beneficiando a amplios grupos urbanos y rurales de la región amazónica del país.
- c) La sustitución del diesel por GN disminuiría la contaminación ambiental, pues el diesel es mucho más contaminante que el GN y, en el caso particular boliviano, el GN que existe en nuestro país es uno de los más limpios del planeta, pues contiene azufre en cantidades ínfimas.

En consecuencia, la sustitución de diesel por GN encarnaría un proyecto que toma en cuenta los objetivos del Estado y las necesidades de la población, sin afectar significativamente al medio ambiente.

## 5. Conclusiones y recomendaciones

### 5.1. Conclusiones

**Conclusión 1.** Los megaproyectos energéticos que se plantean, como una alternativa a la escasez de energía de la región amazónica del país, responden a esa racionalidad antropocéntrica, liberal y desarrollista que antepone intereses estatales y de grupos privados, a costa de la naturaleza y en desmedro de grupos indígenas y populares, por lo que constituyen una amenaza al desarrollo integral y sustentable de la región norte amazónica del país.

**Conclusión 2.** Las megarepresas que impulsa el gobierno de Brasil en el río Madera son parte de esa racionalidad antropocéntrica. Estas megarepresas, diseñadas a imagen y semejanza del neoliberalismo brasileño, constituyen un proyecto simbólico arrogante y contrario a la concepción de vida indígena que, por esas presiones y seducciones no publicitadas que hacen el gobierno y empresas brasileñas en territorio boliviano, podría ser desnaturalizada y subordinada a los propósitos homogeneizantes de la racionalidad antropogénica. Si fuera así, la filosofía del Vivir Bien, como una expresión política contemporánea de la racionalidad pachacéntrica que postula el actual gobierno de Bolivia, podría ser vaciada de contenido, convertida en retórica, en cáscara.



**Conclusión 3.** Las represas brasileñas van a inundar territorio boliviano, lo cual va a provocar mayores cuadros de morbi/mortalidad de malaria, dengue, EDAs y otras patologías propias de zonas tropicales. Es más, van a afectar a las condiciones de salud de

la población indígena y campesina de la zona: a sus fuentes de trabajo, fuentes de seguridad alimentaria y nutricional, y a su entorno natural y cultural.

**Conclusión 4.** La aceptación del Complejo Hidroeléctrico del Madera por parte del gobierno boliviano expondría al Estado boliviano a riesgos inminentes de pérdida de soberanía energética y consolidaría la avanzada del capital brasileño y transnacional en el norte amazónico del país, de la misma manera que Paraguay perdió soberanía sobre sus recursos hidroenergéticos cuando aceptó la construcción de la megarepresa de Itaipú en aguas binacionales de Paraguay y Brasil, con la ilusión de lograr enormes beneficios económicos por la venta de energía eléctrica que nunca se plasmaron; Paraguay hoy no tiene soberanía energética, no tiene grandes beneficios económicos, vende electricidad sólo a Brasil a precios risibles, ha adquirido una deuda multimillonaria con Brasil y soporta el crecimiento acelerado de redes de corrupción vinculadas a la administración de Itaipú (ejecutivos, ingenieros, gobernantes). El vecino Paraguay también aceptó la construcción de la megarepresa de Yaciretá en aguas binacionales de Paraguay y Argentina. Hoy, Paraguay recibe de Argentina el mismo trato que recibe de Brasil. Por tanto, se debe aprender del vecino Paraguay exactamente sobre lo que no se debe hacer con Brasil: no compartir la responsabilidad de los desastres económicos y ambientales que provocaría la construcción de megarepresas en la cuenca del río Madera, bajo el señuelo de que el Estado boliviano lograría ingentes beneficios económicos que jamás existirán.

**Conclusión 5.** El Gobierno de Brasil y las empresas brasileñas que impulsan el Complejo Hidroeléctrico del Madera enfrentan la oposición interna de instituciones públicas y privadas (autoridades del Estado de Rondonia, IBAMA, organismos ambientales) y del Movimiento de Afectados por las Represas, movimiento que lucha contra la proliferación de represas en Brasil, que –según datos proporcionados por la Comisión Mundial de Represas– alcanzan a la suma aproximada de 590 represas, entre micro, mediana y grandes represas. Estas últimas para ser construidas han desplazado a grandes poblaciones rurales de sus lugares de origen, y continúan generando grandes impactos ambientales y sociales en la Amazonía brasileña. Pero esto mismo ha creado las condiciones para la emergencia de

un movimiento social cada vez más creciente: “los afectados por las represas”.



**Conclusión 6.** El gobierno de Brasil, las empresas brasileñas (FURNAS y Odebrecht S.A.) y los simpatizantes nacionales del Complejo Hidroeléctrico del Madera indican que además de las hidroeléctricas, el proyecto beneficiará a Bolivia, toda vez que el proyecto brasileño contempla la construcción de esclusas para hacer navegable el río Madera hasta la desembocadura del Amazonas, con lo que Bolivia lograría su ansiada salida al mar. Este argumento sólo juega con un caro anhelo de los bolivianos; en realidad lo que pretende Brasil es hacer navegables los ríos del norte amazónico para sacar la soya brasileña hacia los grandes mercados del Asia, China e India en particular.

**Conclusión 7.** Congruente con estos objetivos de Brasil, los grupos de poder locales, están generando las condiciones para que el Estado boliviano se involucre en el Complejo Hidroeléctrico del Madera. Autoridades prefecturales de Pando y Beni, líderes cívicos y empresariales de la región, proclaman simpatía ante estos grandes emprendimientos, con la convicción de que éstos constituirán “polos de desarrollo” y “el crecimiento económico y progreso” de estos confines selváticos. De otro lado, las organizaciones sociales, indígenas y campesinas luchan por defender la Amazonía y emprender proyectos energéticos sustentables.

**Conclusión 8.** El Complejo Hidroeléctrico del Madera y los proyectos energéticos alternativos que se pudieran plantear no son proyectos complementarios, son proyectos antagónicos, toda vez que la inundación

que provocarían las megarepresas inutilizarían las pequeñas hidroeléctricas a construirse en el río Yata, en el río Tawamanu y otros afluentes, pues quedarían inundadas.

## 5.2. Recomendaciones

**Recomendación 1.** El Estado boliviano debe continuar propiciando diagnósticos de necesidades económicas, energéticas, sociales, culturales y ambientales de la región norte del país, a objeto de sentar las bases para la construcción de una política de Estado en torno a la Amazonía. Es decir, realizar estudios sobre las necesidades sociales y energéticas de la región para atenderlos, considerando aspectos referidos al manejo integral de la flora, la fauna, la biodiversidad y el agua. Sobre estos ámbitos se debe crear la palabra del Estado y de la sociedad civil para concordarlas, priorizando intereses sociales y medioambientales sobre los intereses de grupos privados y transnacionales. Estos diagnósticos deben contemplar estudios acerca de los impactos que provocarían la construcción de megarepresas, líneas de transmisión y esclusas en la cuenca del Madera.



**Recomendación 2.** El gobierno y la sociedad civil deben acordar y vanguardizar proyectos energéticos sustentables, como la construcción de pequeñas centrales hidroeléctricas, proyectos energéticos renovables (energía solar, biomasa), o implementar proyectos de transporte de GNC y/o LNG que sustituyan el diesel en el funcionamiento de las actuales termoeléctricas. Todo esto con la participación y/o bajo estricta supervisión y fiscalización de ENDE. En todo caso, estos proyectos, sin afectar al ecosistema de la región, deben satisfacer la demanda de energía

eléctrica de los pobladores urbanos y rurales de los Departamentos de Pando y Beni, que actualmente dependen de la energía eléctrica producida en turbinas que requieren combustibles fósiles, lo cual encarece terriblemente su habitat y sus costos de producción, circulación y consumo de bienes.

**Recomendación 3.** El gobierno central debe modificar el DS 28389 (6-X-2005) para dar licencia a estudios de factibilidad de pequeñas centrales hidroeléctricas que no afecten al ecosistema de la cuenca del Madera y constituyan soluciones inmediatas al problema de escasez de energía eléctrica en la región, lo cual no es posible con los megaproyectos que demandan más de 10 años en su construcción y no están proyectados para alimentar sistemas locales de electricidad.

**Recomendación 4.** El Estado boliviano debe hacer una reclamación ante organismos internacionales que resguardan el curso natural de los ríos internacionales. Brasil no puede afectar cuencas transfronterizas ni utilizar aguas de curso internacional, sin consultar y acordar con las partes afectadas; si lo hiciera, la representación diplomática boliviana debe establecer una relación digna y soberana frente a Brasil<sup>13</sup>, tomando en cuenta que las relaciones entre Bolivia y Brasil hasta ahora han sido relaciones de poder, relaciones no equitativas.

**Recomendación 5.** Bolivia no puede ser un sitio de paso de negocios comerciales entre elites capitalistas de Brasil, Chile y Perú, que tienen interés en desarrollar “corredores e hidrovías de exportación”, eliminando fronteras nacionales y facilitando la expansión de mercados capitalistas entre el Atlántico y el Pacífico. En este marco, es importante evaluar y revisar las leyes nacionales de corredores de exportación (Ley 1961) y de electricidad (Ley 1604) que conceden recursos hidroenergéticos a empresas privadas dentro de la franja de seguridad de 50 km., por tiempo indefinido.

<sup>13</sup> El “Simposio sobre la importancia de las hidrovías en el desarrollo de Bolivia”, organizado por la Asociación Boliviana de Ingeniería en Recursos Hídricos (ABIRH) y el Laboratorio de Hidráulica de la UMSS (LHUMSS), entre sus principales conclusiones, ha resuelto: “Solicitar el Supremo Gobierno de la Nación formular la más enérgica protesta ante organismos internacionales (Corte de La Haya, ONU, etc.) por la agresión de que es objeto la República de Bolivia de parte de la República del Brasil en cuanto al río Madera y la Hidrovía Paraguay-Paraná” (Cochabamba, 22, VIII, 2008).

**Recomendación 6.** El gobierno boliviano debe estar advertido que en la sociedad boliviana y en sus instituciones aún se recrean poses y filosofías neoliberales, y que en la resolución de este conflicto hay personajes que esgrimen argumentos gananciales de tipo financiero por encima de consideraciones ambientales y sociales. El hecho de que por la acción del “homo oeconomicus” desaparezcan especies animales, vegetales, culturas y comunidades indígenas no sería el primero en la historia de la humanidad, es parte inseparable de la racionalidad antropocéntrica que postula el dominio del “Hombre” sobre la naturaleza, o el máximo aprovechamiento de la naturaleza por el “Hombre”, sin considerar los quiebres que se pueden ocasionar al equilibrio de los ecosistemas. Lo que sería nuevo –en el caso de las megarepresas brasileñas- es que en una sola acción, voraz y privada, se extinguirían a centenares de especies de peces que actualmente están asegurando la alimentación de miles de indígenas.



**Recomendación 7.** El Estado y la sociedad civil bolivianas deben asumir un rol protagónico en la defensa del ecosistema de la cuenca del Madera, estableciendo vínculos de solidaridad y alianza con intelectuales, organismos de defensa del medio ambiente, derechos humanos e indígenas, movimientos sociales de Brasil, Latinoamérica y el mundo, con la firmeza de que el destino del Amazonas depende del destino que sufra el río Madera. Cabe destacar que en la región norte amazónica del país, sus pobladores ya están desarrollando procesos de reflexión y acción colectivas, con la convicción de que tales represas, además de inundar sus tierras de cultivo y de convertirlas en extensos pantanales, afectará a la salud de hombres y mujeres, a la salud de las plantas y de los animales, es decir, a la salud de la Madre Tierra.

**Recomendación 8.** Los principios de desarrollo equilibrado entre Estado, Sociedad y Natura, como parte fundamental del Vivir Bien, son el aporte de los movimientos sociales del país a las luchas sociales y el movimiento mundial del Siglo XXI. Y estos principios de desarrollo equilibrado deben ser firmemente sostenidos en la actual coyuntura, por el gobierno boliviano y por los movimientos sociales del país; por tanto, uno de los grandes compromisos y tareas debe ser contribuir para que el actual proceso de cambios cristalice políticas estatales que no causen desequilibrios y desastres en nuestro entorno natural y social. En el caso concreto de las necesidades energéticas de la población del norte del país, éstas podrían ser resueltas con pequeñas centrales hidroeléctricas y otras fuentes alternativas de energía que no causen grandes quiebres en el ecosistema amazónico.

**Recomendación 9.** Finalmente, a objeto de lograr la implementación de proyectos de desarrollo integrales, enmarcados en la filosofía del Vivir Bien, los movimientos sociales deben tener participación en la fiscalización sobre el uso y aprovechamiento de los recursos naturales (renovables y no renovables), deben participar en la definición de reglas sobre la circulación de capitales en sectores económicos estratégicos, a objeto de garantizar la circulación del capital, pero también para poner frenos a esa circulación, toda vez que el capital, por una lógica intrínseca –como ya lo advirtió Marx-, tiende a desarrollarse a objeto de lograr su propio autoacrecentamiento, en beneficio de quién o quienes detentan el capital y en detrimento de Natura y del interés colectivo (Estado, sociedad civil, comunidades indígenas). Es decir, no puede haber circulación libre de capitales en sectores económicos que contribuyen a procesos de calentamiento global, o que son altamente contaminantes, o que deforestarían como la anunciada producción de biocombustibles, cuya apariencia “ecológica” y “verde”, más que contribuir al Vivir Bien, alimenta al “vivir mejor”, es decir, alimenta a otra versión de la racionalidad antropocéntrica, beneficiando a pocos, marginalizando a millones y matando a la Madre Tierra.

## **6. Bibliografía**

CANESE, Ricardo

2006 “La recuperación de la soberanía hidroeléctrica del Paraguay en el marco de Políticas de Estado de energía”. Asunción. Centro de Investigación de Energía, Ambiente y Sociedad.

2007 “La pérdida de soberanía energética del Paraguay con las represas de Itaipú y Yaciretá”. En: FOBOMADE, 2007: 95-99. La Paz. CGIAB – FOBOMADE.

CORTÉS, Paola

2007 “Grandes represas y cambio climático”. La Paz. Mimeo.

Dávalos, Pablo

2008 “El ‘Sumak Kawsay’ (‘Buen vivir’) y las cesuras del desarrollo. <http://alainet.org/active/23920>.”

FORO BOLIVIANO SOBRE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO (FOBOMADE)

2007 “El Norte Amazónico de Bolivia y el Complejo del Río Madera”. La Paz. CGIAB – FOBOMADE.

FORO BOLIVIANO SOBRE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO (FOBOMADE)

2000 “Consideraciones sobre un megaproyecto: El Bala”. La Paz. FOBOMADE – Ríos Vivos.

GACETA OFICIAL DE BOLIVIA (GOB)

2007 “Plan Nacional de Desarrollo. Bolivia Digna, Soberana, Productiva y Democrática para Vivir Bien. Lineamientos Estratégicos 2006 – 2011”. La Paz. GOB.

MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA (MHE)

2008 Hidrocarburos & Energía. La Paz. MHE.

MOLINA, Jorge

2007 “La represa El Bala. Análisis Técnico y Ambiental”. La Paz, FOBOMADE.

SANTAMARTA, José

s/f “Grandes represas, grandes problemas. 14 de marzo – Día Internacional contra grandes embalses”. <http://www.ecoportal.net/>

SOCIEDADES BÍBLICAS UNIDAS (Ed.)

1987 “Dios habla hoy”. SBU. México.

STANCICH, Elba

s/f “Cuando los ríos se modifican, pierden los pueblos y la biodiversidad”. [www.biodiversidadla.org](http://www.biodiversidadla.org)

VILLEGAS, Pablo

2007 “Destrucción de la Amazonía: Brasil aprueba

EIA de represas que inundarán territorio boliviano”. En: FOBOMADE: “El Norte Amazónico de Bolivia y el Complejo del Río Madera”. 2007, pp. 111 – 116.

### **Hemeroteca**

La Razón, 23, 01, 2007. La Paz, Bolivia.

La Nación, 4, VI, 2007. Santiago, Chile.

### **Agencias noticiosas**

Fundación “Consejo para el Proyecto Argentino”, 01, 02, 2007. Buenos Aires, Bolivia.

Infolatam, 23, 01, 2007. Buenos Aires, Argentina.

### **Páginas Web**

<http://alainet.org>

<http://www.ecoportal.net/>

[www.biodiversidadla.org](http://www.biodiversidadla.org)

[www.rae.es/](http://www.rae.es/)

[www.snap.gov.bo](http://www.snap.gov.bo)



# Quando el objetivo no es prever: Los estudios sobre los impactos de las represas del Río Madera en la salud

Pablo Villegas N.<sup>1</sup>

## Introducción

Es sabido que las obras hidráulicas de riego y represas, crean y/o mejoran las condiciones necesarias para la existencia de vectores<sup>2</sup> de una amplia gama de enfermedades, como la malaria, especialmente en las áreas tropicales, y que este efecto es agravado por el aumento brusco de la población y de su movilidad, que se produce cuando se trata de obras de gran envergadura (WHO, 2000). Las represas del río Madera, parte del Complejo Río Madera (en adelante CRM), impactarán especialmente en el sistema hídrico del norte amazónico boliviano, donde se encuentra la mayor parte de su cuenca, mejorando las condiciones requeridas para la existencia de los vectores y producirán un incremento de la población y una gran movilidad entre los países de la región, lo cual potenciará los problemas mencionados.

Como parte de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)<sup>3</sup> del CRM se han realizado una serie de estudios correspondientes al asunto de los impactos en la salud. Lo que esperamos de ellos es que lleguen a prever la extensión y la temporalidad de los impactos (WHO, 2000), a fin de evaluar la conveniencia o no de las obras en cuestión. Aquí veremos si dichos estudios cumplen con esos requerimientos. En este marco, y con la salud como objetivo específico se han realizado dos estudios

de impacto ambiental de las represas de Jirau y San Antonio, uno de salud pública y el otro de entomología. Otros estudios de la EIA, secundariamente han aportado importantes elementos sobre el tema, y los citaremos a su debido tiempo.

Este artículo consta de dos partes: la primera contiene un análisis de los estudios de salud y entomológico. En la segunda parte, pretendemos brindar de manera sencilla, una explicación sobre un problema que suele ser descuidado en estos casos: las nuevas enfermedades o problemas de salud que podrían presentarse a consecuencia de las represas. Aquí incluimos también una breve exposición de la situación de salud en el norte amazónico boliviano.

## 1. El estudio de la salud

Previamente al informe del estudio de salud, se informa, en el mismo documento, sobre la mortalidad y sus causas en el área de estudio, que la información se hallaba agregada a nivel de municipio, por lo cual no se brinda otra cosa que la aseveración de que las características sociodemográficas del área de estudio sugieren un patrón semejante al del municipio, lo cual es manifestado sin acompañar ninguna información de respaldo.

Respecto al estudio propiamente dicho, el objetivo fue determinar el perfil epidemiológico de la población residente en el Área de Influencia Directa (AID) de las hidroeléctricas de Jirau y Santo Antonio.

El área de investigación se dividió en dos: el de Jirau y el de San Antonio. Fue realizada otra zonificación en base a un reconocimiento geo-demográfico del territorio

1 Antropólogo y Master en Salud Pública.

2 Vector: en este caso son los animales, ratas, caracoles, mosquitos y otros que difunden determinadas enfermedades.

3 La EIA consiste por una parte, del estudio del estado del medioambiente y sus tendencias en un área determinada y, por otra, del estudio que permita establecer el impacto ambiental de determinadas obras o actividades humanas incluyendo sus alternativas en dicha área, en su ecosistema y su población.

y de la base poblacional de la región, resultando dos segmentos transversales a las áreas mencionadas, compuestos respectivamente de la población ribereña radicada en las inmediaciones del río Madera y los núcleos poblados a lo largo de la carretera BR-364, Jaci-Paraná, Palmeiral, Embaúba, Mutum-Paraná y Abuná. La muestra fue elegida aleatoriamente.

Tabla 1. Características del estudio de salud de Jirau y San Antonio

Características	Jirau	Santo Antonio
Población	4.264 (1140 flías)	2.982 personas (1036 flías)
Muestra	240 (75 flías) (hace 5,6%)	317 personas (104 flías) (10,6%)
Muestra por zonas	n/i*	121 (37 flías) en el distrito Jaci-Paraná y otras áreas adyacentes
	n/i*	196 personas (67 flías) mencionadas sin especificar zona
Encuesta	si	si
Examen clínico:		
Gota gruesa	237 personas	n/i
PCR	237 personas	121 personas
Muestras de 10 ml de sangre	234 personas	314 personas

Fuente: EIA, Tomo B – V 8/8. Elaboración propia.

El trabajo de campo fue realizado en dos etapas, de agosto a setiembre del 2004, y en el mes de febrero del 2005. Sin embargo, el informe de San Antonio menciona, de manera desordenada, otras intervenciones, a saber: el levantamiento geo-demográfico, en mayo y junio, 2004, y un control realizado en diciembre, 2004, de ocurrencia de nuevos casos de malaria en individuos con PCR (polymerase chain reaction) positivo identificados anteriormente, en setiembre.



Cachuela en el río Madera

Tabla 2. Perfil epidemiológico en Jirau y San Antonio

Dolencia	Jirau N= 237		Santo Antonio N= 317	
	Especificaciones	Prevalencia	Especificaciones	Prevalencia
Desnutrición proteico calórica	Clinicamente aparente	0	Clinicamente grave	0
Diarrea últimos 12 meses		59 (24,8%)		n/i
Eosinofilia > 4%*		152 (64,3%)	Verminosos	155 (48,9%)
Anemia		17 (6,7%)		20 (6,3%)
Hepatitis	Pasada	25 (10,4%)		23 (7,3%)
Hipertensión arterial		n/i		28 (8,8%)
Problemas visuales reportados		n/i		14 (4,4%)
Dengue	Agudo	0	n/i	n/i
	Pasado	25 (10,4%)	Pasado	27 (8,51%)
Leishmaniosis	Activa	0		11 (3,5)
	Pasada (10 cutánea y 1 mucoso)	11 (4,6%)	n/i	n/i
Tuberculosis	Activa	0		4 (1,3%)
	pulmonar pasada	8 (3,3%)		
Hanseniasis	pasada	3 (1,3%)		3 (0,9%)

\*: La eosinofilia relativa media fue de 8,7% (min = 0, Max = 35; DP = 7,2).

Fuente: (FURNAS & ODEBRECHT, 2006) EIA, Tomo B – V 8/8. Elaboración propia.

En cuanto a sus resultados, el estudio no llega a un cuadro consolidado del perfil epidemiológico como prometía su objetivo. Los datos relacionados se presentan de forma desperdigada y los hemos ordenado en la tabla 2. Allí se hacen evidentes, entre otros, problemas de heterogeneidad entre los informes de Jirau y San Antonio.

Además de lo anterior, el estudio de San Antonio presenta resultados de una encuesta de Demanda de Servicios Hospitalarios. Esta información no existe en el caso de Jirau.

El estudio ha establecido que la malaria fue la dolencia más frecuente. En Santo Antonio, el 84,5% de la muestra reportó haber sufrido malaria alguna vez, y en Jirau, el 87,5%. Abajo (Tabla 3) presentamos un consolidado de los datos de San Antonio y Jirau. Como se ve, cada estudio presenta los datos a su manera.

Tabla 3. Malaria en las zonas de Jirau y San Antonio

	Episodios de malaria en la vida	Jirau	San Antonio
1	Al menos 2	179 (85.2%)	n/i
2	10 o más	89 (42,4%)	n/i
3	No sabe / perdió la cuenta	31 (14,8%)	n/i
4	Por lo menos una vez	210 (87.5%)	271 (85,5%)
5	Hace menos de 1 año	82 (39%)	89 (33,2%)
6	Hace 1 a 4 años	n/i	87 (32,5%)
7	Hace 5 a 10 años	n/i	52 (19,4)
8	Hace Mas de 10 años	n/i	40 (14,9)
9	media por persona	n/i	5,48
10	1 a 4 episodios en la vida	n/i	129 personas

Fuente: Filas 5-8: EIA, Tomo B – V 8/8. Cuadro B.IV. 65. -  
Elaboración propia

En la tabla 3 el estudio de Jirau presenta información sobre la cantidad de episodios de malaria en la vida (filas 1-4) y el de San Antonio sobre el tiempo transcurrido desde el último episodio (filas 5-8), sin embargo, presenta también una media de 5,48 casos por persona, lo que quiere decir que de todos modos se cuenta con la información sobre número de episodios en la vida. Ambos estudios coinciden felizmente en la fila 4, presentando el mismo tipo de información.

Los estudios exhiben, excepcionalmente, o sea, no sistemáticamente, información estratificada según las características de la población, como ser edad y sexo. En estas condiciones mucha información carece de valor, como por ejemplo el promedio de episodios de malaria en la vida, sin indicar la edad.

En cuanto a los tipos de malaria, según lo reportado por los individuos de la muestra, en Jirau, *P. Falciparum* fue causa de malaria casi en igual proporción que *P. Vivax*. En San Antonio, *P. Vivax* fue de lejos, el dominante.

Tabla 4. Causas informadas de las crisis más recientes de malaria

Tipo	Jirau	Santo Antonio
<i>P. vivax</i>	82 (39,0)	122 (45)
<i>P. falciparum</i>	78 (37,1)	80 (29,5)
Mixta	n/i	14 (5,2)
Ignorada	n/i	55 (20,3)
<b>Total</b>	<b>210</b>	<b>271 (100)</b>

Fuente: Columna 2: Elaboración propia en base a EIA, Tomo B – V 8/8 p. IV-1252. Columna 3: QUADRO B.IV. 66

La aplicación del PCR dio como resultado una mayor prevalencia de infección (19,8%) y en particular de *P. Falciparum* (29,2%) en San Antonio que en Jirau.

Tabla 5. Diagnóstico de infección malárica por PCR

Tipo	Jirau N=237	Santo Antonio N=121
<i>P. vivax</i>	28 (73,7)	15 (62,5)
<i>P. falciparum</i>	8 (21)	7 (29,2)
Mixta	2 (5,3)	2 (8,3)
Total	38 (16)	24 (19,8)
Asintomáticos persistentes*	n/i	14 (11,6)

\*: Seguimiento casos positivos en diciembre

Fuente: EIA, Tomo B – V 8/8. Elaboración propia

Según el informe de Jirau se desestimó establecer la prevalencia de parasitemia asintomática considerando que para ello era necesario un seguimiento de los casos positivos por algunos meses más. En cambio, en San Antonio, se realizó en diciembre un seguimiento de los casos positivos hallados en septiembre, 2004, resultando una prevalencia de portadores asintomáticos del 11,6%. Esta es otra diferencia entre los dos informes y no se brinda ninguna explicación.

Siendo el objetivo primordial del estudio el perfil epidemiológico del AID de Jirau y Santo Antonio, lo que se esperaba, a parte de un tratamiento homogéneo, era en primer lugar, una relación de las enfermedades y otros problemas de salud en la zona de estudio según características básicas como ser edad, sexo, ocupación, clase social, localización geográfica, etc; y, en segundo lugar, una comparación con la epidemiología de otras áreas, mínimamente, con el municipio de Porto Velho. También era deseable que se logre una mayor profundidad que la información epidemiológica oficial existente.

La información presentada por los estudios no cumple con el requisito elemental de homogeneidad: cada estudio incluye por separado datos sobre enfermedades diferentes, y de diferentes maneras. En Jirau se ha diferenciado entre dengue agudo y activo; leishmaniosis activa y pasada; tuberculosis activa y tuberculosis pulmonar pasada, mientras que en Santo Antonio no se hacen esas diferencias.

En Jirau, la prueba de la gota gruesa arrojó un total de ocho positivos (3,4%), ninguno febril. De éstos,

siete habían sufrido la enfermedad dos o tres meses antes, por lo cual, según el informe de Jirau, no había seguridad de que se tratara de portadores asintomáticos. En San Antonio, se encontró un 2,5% de asintomáticos (8 casos de 317), ninguno febril, pero a diferencia de Jirau, no se informa si se controló que estos casos no hubieran sufrido episodios recientes de malaria. ¿Debemos suponer que controlaron? Las diferencias entre los informes de Jirau y San Antonio muestran una considerable falta de coordinación y coherencia entre éstos.

En San Antonio se tomó en cuenta la hipertensión arterial, en Jirau no se menciona; esto no quiere decir que no exista, pero más allá de esta cuestión, el problema es que esta forma de tratar la información afecta la confiabilidad del estudio.

No existe una relación de proporcionalidad propia de un perfil epidemiológico que se exprese numérica y sistemáticamente. No se hace una extrapolación de los resultados de la muestra a la población de referencia, menos a otra vecina y/o mayor. Tampoco se presenta ni utiliza la información epidemiológica existente sobre la zona, el municipio o cualquier otra área de referencia. Todo esto nos impide comprender la especificidad del área de estudio, lo cual es muy grave, pues pone en duda la utilidad del estudio.



Vista panorámica de Porto Velho

Hay contradicciones importantes entre los resultados de las dos áreas de estudio, lo que no es necesariamente un error, pero no se podía dejar sin explicación. Por ejemplo, en Jirau se informa que no se encontró ninguna relación entre la cantidad de episodios de

malaria durante la vida con los factores de edad, sexo y tiempo de residencia en Rondonia. En cambio en San Antonio se sostiene que la cantidad de episodios en la vida varió en función de la edad y el tiempo de residencia en Rondonia, observándose una tendencia nítida a la ocurrencia de múltiples episodios en relación a la prolongación de la estadía en el estado.

Dado que, por lo general, existe relación de la malaria con aquellos elementos, los datos de Jirau son excepcionales y hasta sorprendentes, y merecían por tanto un análisis, pero no se lo hizo. También sorprende, al respecto, que una autoridad como el IBAMA (Instituto Brasileño del Medio Ambiente), en sus observaciones, hubiera pasado por alto esta cuestión, limitándose simplemente a citar los pasajes correspondientes como si nada.

No se hace una estratificación sistemática de la muestra a pesar de que el conocimiento de las características de la población estratificada por sexo y edad, y según determinados factores de riesgo es esencial para el diseño de la estrategia antimalárica.

El asunto de la zonificación es otro problema importante. El área del estudio epidemiológico se limitó a las áreas pobladas a lo largo del río y la carretera BR-364. Según podemos ver, la mayor distancia entre la carretera y el río es de aproximadamente 17 km en línea recta. Ningún punto se situó al otro lado de la carretera. Esta área se zonificó obedeciendo al levantamiento geo-socio-demográfico, que según el mismo estudio, se encargó del reconocimiento del territorio y el establecimiento de la base poblacional de la región, pero no se presentan los criterios específicos que fueron aplicados, y en ninguna parte se menciona que entre éstos, se hubiera seguido un criterio epidemiológico.

Es muy extraño que abarcando el área de estudio 10.000 km<sup>2</sup>, según indica el informe, sólo se hubieran definido dos zonas (Jirau y San Antonio) y otras dos transversales (la zona costera y la de la carretera) y que la información sobre estas últimas no vaya desagregada de manera sistemática. Además, la población de la desembocadura -y cercana al- río Jaci-Paraná fue fragmentada entre Jirau y San Antonio; y los datos recogidos en esta área no se presentan desagregados del resto. Esta zona, según el estudio entomológico que veremos más adelante, se distingue por ser de alto riesgo. Pero, aun sin contar con estos datos de

entomología, la información epidemiológica existente y la concentración de la población en un afluente eran suficientes elementos para pensar en hacer una diferenciación de esta zona. Son justamente estos los criterios que guiaron al estudio entomológico para situar puntos de colecta en esta área.

No es raro que dada la situación de Jaci-Paraná, el informe de Jirau llegara a establecer que constituye una zona de alto riesgo de malaria. En San Antonio no se hace ninguna distinción, pero además, la muestra elegida en Jaci-Paraná constituía el 38% de la muestra total, una cifra bastante grande como para sesgar los resultados de toda la zona de San Antonio.

Otro caso llamativo es el de Porto Velho, uno de los exponentes de malaria urbana de la amazonía, donde un estudio de Tada *et al* (2007) reveló una alta incidencia de *vivax* y *falciparum* con una alta prevalencia de asintomáticos entre los residentes urbanos estables, similar a situaciones previamente observadas en áreas rurales riverleñas. El estudio se realizó en un vecindario urbano, a 2 km del centro de Porto Velho, hallándose una prevalencia de portadores asintomáticos de más del 10 % (En San Antonio era 11,6%) de una muestra a la que se aplicó cuatro pruebas en cuatro años, entre el 2001 y el 2004. *P. Vivax* y *P. Falciparum* fueron encontrados aproximadamente en igual proporción (Tada *et al*, 2007). Esto es que este estudio ya tenía 3 años de duración al momento de realizarse la EIA.



Para ese entonces, la malaria urbana ya había sido identificada –años ha- por las autoridades de salud del Brasil como un problema prioritario de la región; pese a ello y a pesar de conocerse que la gran movilidad de la población rural y urbana en el área contribuye

a la epidemia, a pesar de que entre Porto Velho y San Antonio mediaran sólo 3 km, Porto Velho no fue tomada en cuenta en el estudio. Tampoco se tomó en cuenta a las poblaciones indígenas de los territorios Karitiana; esto, aunque su límite noroeste está a unos 2,3 km de la BR-364; tampoco se tomó en cuenta a los Karipuna, ni Jacareuba/Katawixi en el lado norte del río, al oeste de Porto Velho, ni el territorio Igarape Ribeirao al este del Mamoré. Estas poblaciones además de merecer como cualquier ciudadano, la previsión de los riesgos para su salud, presentan seguramente un cuadro epidemiológico particular y de gran importancia para comprender la situación y la dinámica de la malaria y otras enfermedades vectoriales en la zona, por lo que no incluirlos en el estudio, además de una falta de humanidad, fue una pérdida lamentable.

En síntesis, el estudio no nos permite distinguir entre zonas y grupos de diferentes grados de riesgo; no hay una comparación de los resultados del AID con zonas adyacentes; tampoco hay una relación de temporalidad, que permita prever, por tanto, la información brindada por el estudio del perfil epidemiológico no es apropiada para los objetivos de la EIA de las represas del Madera.

## 2. Estudio de vectores de dolencias infecciosas de importancia médica

En este punto tenemos varios estudios que se ocupan respectivamente de los vectores de: malaria; leishmaniasis; dengue, fiebre amarilla; chagas y oncocercosis. Los trataremos muy brevemente por cuestión de espacio.

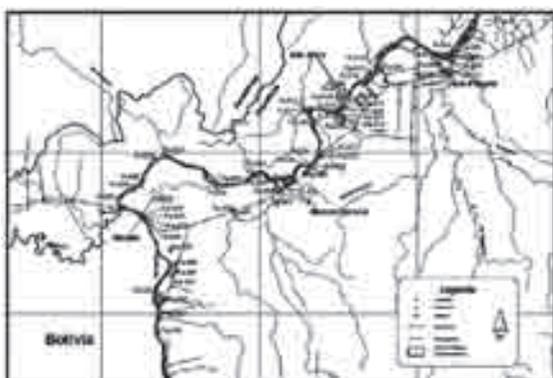
### 2.1. El vector de la Malaria

El objetivo del estudio de los vectores de la malaria fue evaluar los posibles impactos a consecuencia de las hidroeléctricas de Jirau y Santo Antonio, e indicar medidas mitigadoras.

El objeto de investigación fue la fauna de *Anophelinae* y otros *Culicidae* (Dípteros), según los siguientes parámetros; para especímenes adultos: densidad poblacional, estacionalidad, patrón de hematofagia (alimentación con sangre), infección natural y exofilia/endofilia; para larvas: densidad de anofelinos y otros culicideos, caracterización de los criaderos y registro de vegetación (macrófitas) asociada a estos sitios.

Las colectas se realizaron entre las 18:00 y 22:00 horas, predominantemente en el área peri-domiciliar. La actividad de hematofagia de los alados fue medida colectándolos cada hora. La colecta de vectores en ambas áreas de estudio se realizó entre noviembre, 2003 y agosto, 2004, esto, según el estudio, a fin de abarcar todo el ciclo de actividad de los mosquitos. La ubicación de los puntos de colecta fue como sigue: para los adultos, se distribuyeron cubriendo toda el área, incluyendo muestras en domicilios a lo largo de la carretera BR-364, en la periferia de las ciudades y poblados, y en las viviendas de las márgenes del río Madera; para las larvas, criaderos a lo largo del río Madera, áreas adyacentes y tributarios en la banda sur y norte.

Ilustración 1. Puntos de colecta en el área de Jirau



Fuente: EIA, Tomo B – V 8/8, figura B.IV. 310. Nota: La calidad de las ilustraciones 1 y 2 en el original, no permite distinguir los puntos de colecta con claridad

Ilustración 2. Puntos de colecta en el área de San Antonio



Fuente: EIA, Tomo B – V 8/8, figura B.IV. 314

En otra parte se informa que para la selección de los puntos de estudio, se dio preferencia a aquellos donde se presentan casos de malaria autóctona y/o situados en las proximidades de criaderos que presentan anofelinos y, lo mismo, para la colecta de larvas, se dio preferencia a los ambientes propicios para la reproducción de anofelinos. Los demás grupos de mosquitos fueron registrados como fauna asociada.

En la tabla siguiente presentamos un consolidado de la población vectorial identificada por el estudio. Los vacíos que se pueden observar, son propios del informe.

Tabla 6. Composición de la población de vectores en el AID

Vector	Jirau				San Antonio			
	Larvas	%	Adultos	%	Larvas	%	Adultos	%
Anopheles	1.944	65	3.222	54	1109	68	4.335	54
Culex	745	25	1.253	21	274	17	1.926	24
Aedeomyia	81	3	n/i	16	106	7	n/i	11
Uranotaenia	88	3	n/i	n/i	28	2	n/i	n/i
Ochlerotatus	112	4	n/i	n/i	106	7	n/i	n/i
Total	2.970	100	5.966*	100*	1.623	100	8.027*	100*

NOTAS: \*: La suma total, si tuviéramos los datos completos.

Fuente: EIA, Tomo B – V 8/8, elaboración propia

El estudio ha revelado que la composición de la población de vectores es distinta en las dos áreas. Una simple aritmética nos revela que la relación de *A. Darlingi* sobre el resto de vectores es de 4 a 1 en Jirau y 11/1 en San Antonio.

En Jirau, el mayor contingente de especímenes capturados era de anofelinos, pero, como ya ha advertido antes el estudio, debe tomarse en cuenta que las colectas se hicieron en ambientes propicios para este tipo de vector. Los demás mosquitos fueron registrados solo como fauna asociada.

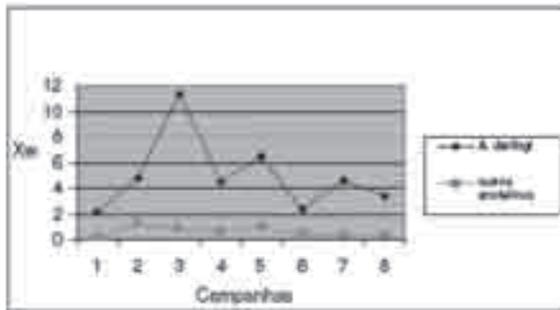
Las capturas de alados y larvas en la periferia de la ciudad de Jaci Paraná y en las inmediaciones del río del mismo nombre contenían un 91% de *A. Darlingi*; *A. Braziliensis* era el segundo grupo más abundante. Estos datos indican que la periferia de Jaci-Paraná es un área de alto riesgo de malaria.

Según el estudio, que no brinda las cifras correspondientes, en Jirau, *A. Darlingi*, presenta un pico de abundancia en enero y febrero, para luego declinar rápidamente en abril y mayo, hasta la cifra promedio de noviembre/diciembre.

Los anofelinos son el primer grupo en alcanzar su pico, en enero/febrero; con el aumento de la cota del río que se da a partir de diciembre. *Mansonia* alcanza su pico en marzo-abril, por su dependencia del aumento de áreas con macrófitas, y *C. quiquefasciatus* lo hace en abril-mayo y sobre está última el estudio no brinda explicación alguna.

En San Antonio, *A. Darlingi* alcanza su pico en marzo y al contrario de Jirau no decae bruscamente presentando, según podemos ver en la Ilustración 3, cierta recuperación en mayo y otra vez en julio, pero un pico mas bajo que el anterior, de manera que se mantiene en una abundancia relativamente alta todo el periodo. El informe de Jirau no presenta cifras sobre este aspecto que nos permitan hacer una comparación.

Ilustración 3. Permanencia de vectores a lo largo del ciclo

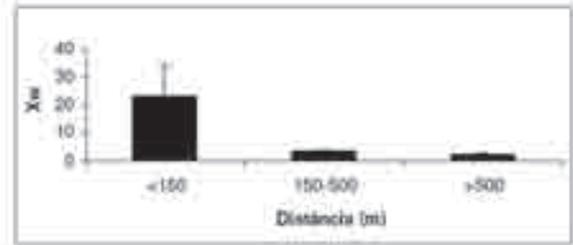


Fuente: EIA, Tomo B – V 8/8, figura B.IV.320

La permanencia de *A. Darlingi* en todo el periodo, se explica, según el estudio porque en Jirau hay una menor perturbación del medio ambiente, mientras San Antonio está densamente poblada, lo cual coincide con la antropofilia (preferencia por la gente) de la especie. Esta característica del vector, concluye el estudio, pueden

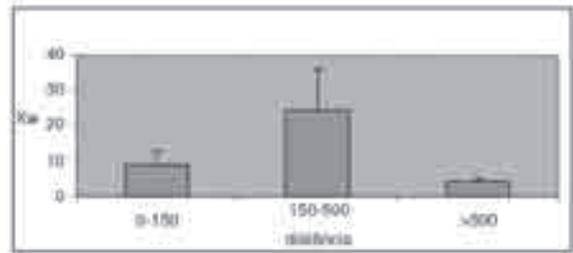
influir seriamente las tasas de transmisión y prevalencia de la malaria.

Ilustración 4. Población de *A. Darlingi* por franja. Jirau



Fuente: EIA, Tomo B – V 8/8, figura B.IV.312

Ilustración 5. Población de *A. Darlingi* por franja. San Antonio



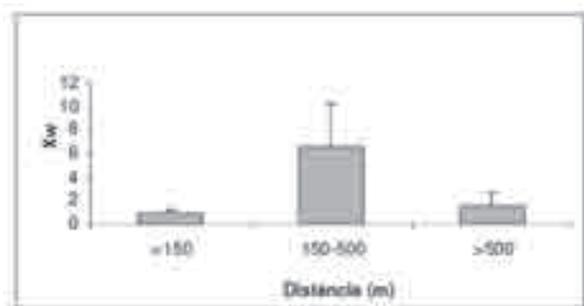
Fuente: EIA, Tomo B – V 8/8, figura B.IV.321

En cuanto al comportamiento espacial de los mosquitos, en Jirau se ha establecido que *A. Darlingi* prefiere una franja situada a menos de 150m del río (Ilustración 4); en San Antonio, en cambio, prefiere la franja situada entre 150 y 500 metros del río (Ilustración 5). Los otros mosquitos prefieren, en ambas zonas, la franja entre 150-500 m. De aquí podemos ver (Tabla 7) que en San Antonio, en esta franja, la gente está expuesta a una población mayor de mosquitos y de más variedades (ver: Ilustraciones 5 y 7 para San Antonio, e ilustraciones 4 y 6 para Jirau).

Tabla 7. Preferencia de los mosquitos por franjas según su taxonomía

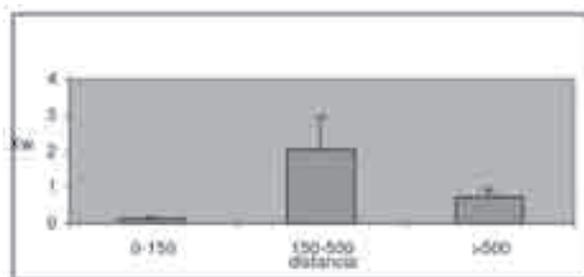
Franja	Jirau	San Antonio
<150m	<i>A. Darlingi</i>	<i>Culex</i>
150-500m	<i>Culex</i> y <i>Mansonia</i> ,	<i>A. Darlingi</i> y, Otras especies de anofelinos Género <i>Mansonia</i> , <i>M. titillans</i> <i>Culex</i>
>500m	Otras especies de anofelinos, más silvestres, más zoófilos, mostrando preferencia por tierra firme.	<i>Culex</i>

Ilustración 6. Población de anofelinos sin *A. Darlingi* por franja. Jirau



Fuente: EIA, Tomo B – V 8/8, figura B.IV.313

Ilustración 7. Población de anofelinos sin *A. Darlingi* por franja. San Antonio



Fuente: EIA, Tomo B – V 8/8, figura B.IV.322

Los exámenes para determinar la infección natural de los mosquitos en Jirau y San Antonio dieron resultados negativos. Esto se explica, según el estudio, porque el número de mosquitos infectados suele estar en torno al 1%. Podemos comprender que la pequeñez de esta cifra implica altas probabilidades de no encontrarlos, y en ese caso, no querrá decir que la enfermedad no existe, pero tampoco querrá decir que sí. Para evitar estas situaciones engorrosas están, como sabemos, los elementales artificios de la estadística.

En Jirau las horas de mayor incidencia de picaduras de *A. Darlingi* estuvieron entre las 19 y 20 horas y entre las 20 y 21hrs, produciéndose una declinación a partir de las 21 y 22. Las otras especies alcanzan su cima entre las 19 y 20 horas y declinan a continuación. En el caso de San Antonio, a diferencia de Jirau se presenta información numérica para cada hora de observación. Aquí, las horas de mayor actividad estuvieron entre las 19 y 21. Pero *A. Darlingi* alcanzó su cima entre 19-20 y las otras especies entre 18-19 horas.

En cuanto hace a la relación exofilia (preferencia por el exterior de la casa) / endofilia (Preferencia por el interior), el informe de Jirau sostiene, sin proporcionar cifras que, en mayo, *A. Darlingi* fue capturado tanto en el interior como en el exterior de los domicilios, y en julio solo en el área peridomiciliar (afuera pero entorno a la casa). En el caso de San Antonio, donde se presenta información numérica y además graficada, *A. Darlingi* fue la especie más frecuente en el interior del domicilio con el 57% del total. En cuanto a las otras especies, el mayor número fue registrado en el peridomicilio. El género *Mansonia*, *M. Titillans*, se distribuyó por igual, tanto dentro como fuera, lo mismo ocurrió con *Culex quinquefasciatus*. La información de San Antonio a diferencia de Jirau, no toma en cuenta la variación en el tiempo de estos patrones.

El informe de San Antonio concluye con que esta área es de alto riesgo de malaria en función de la extensión y la densidad de *A. Darlingi* y por el cuadro actual de malaria que es elevado tanto en el área de las obras como en las áreas de influencia, lo cual es dicho sin presentar el tal cuadro. En cuanto a Jirau, como ya vimos antes, solo se extrae una conclusión para Jaci Paraná.

El estudio ha evidenciado diferencias importantes en las dos zonas, relativas a la densidad, la composición, la situación espacial y, en general, el comportamiento de la población vectorial. Se ha confirmado la dependencia de la reproducción de algunos tipos de mosquitos de la cota del río y de las macrófitas, lo cual corrobora que con la inundación permanente, estas condiciones mejorarán para la reproducción de los mosquitos, y que además se darán cambios en su estacionalidad, lo que planteará naturalmente, cambios en la incidencia de la malaria.

Estas características son un indicio de posibles cambios en Jirau a medida que se acerque a la situación socioambiental de San Antonio y el paso de una sociedad asentada cerca del río a una más cercana al bosque. Sobre esta base se podría hacer una previsión del impacto de las represas, sin embargo, el estudio presenta importantes limitaciones al respecto.

Las colectas han abarcado un área restringida de población humana; la priorización de los anofelinos y de sus criaderos dio lugar a que las colectas se hicieron

en ambientes propicios para este tipo de vector, es decir, donde se esperaba que sean predominantes; lo que naturalmente, puede haber dado lugar a una sobrevaloración, en especial, de *A. Darlingi*. No se ha tomado en cuenta la ganadería existente en la zona, ni la fauna silvestre, pese a su importancia para las especies zoófilas, que tienen ciertas preferencias por los animales, y al posible incremento de la pecuaria a causa de las represas y el aumento de población.

Finalmente, no se han relacionado los resultados de este estudio con la epidemiología de la región, excepto como uno de los criterios para la elección de sitios de captura, y es evidente que no existió tampoco coordinación con el estudio del perfil epidemiológico.

## 2.2. Leishmaniasis cutánea y mucosa

El objetivo de este estudio (levantamiento entomológico) fue proveer insumos para el diagnóstico en el área de salud sobre el problema de leishmaniasis. La meta principal del equipo fue el estudio del flebótomo. Se incluyó una investigación domiciliaria para evaluar la presencia de vectores de leishmaniasis y detectar evidencias de colonización si estuviera ocurriendo. Según el estudio, los domicilios fueron escogidos de acuerdo al tiempo disponible del equipo y a criterios subjetivos sobre la vulnerabilidad de estos a la colonización por vectores. La investigación fue conducida de noviembre, 2003, a julio, 2004.

Los puntos de colecta se situaron en ambos lados del río Madera, entre la ciudad de Porto Velho y la junta de la carretera BR-364 en la desembocadura del río Abuná, y entre Fortaleza del Abuna y la carretera BR-364 en el margen sur del Madera.

La vegetación del área del alto Madera abriga una fauna de *phlebotominae* rica en especies. Entre las más comunes se destacan los subgéneros *psychodopygus* y *nyssomya* que incluyen a los principales transmisores de leishmaniasis cutánea y muco-cutánea en Brasil. La gran mayoría de las capturas de flebotomíneos que estaban picando a la gente pertenecían a estos dos subgéneros. Sin embargo, la tasa de infección en esta región es baja, por lo cual, se vio dificultada la identificación de los vectores, pero los resultados disponibles –dice el informe– apuntan a *Lutzomyia ayrozai* y *L. davis* como los transmisores de *Leishmania braziliensis* y *Leishmania*

*naiffi* en la región, lo cual se indica sin presentar los dichos resultados disponibles.

El estudio concluye con que no se encontraron señales de colonización por flebótomos en las residencias o anexos en el perímetro del domicilio. No se encontró ningún espécimen de *Lutzomyia longipalpis* o de otra especie incriminada como vector de leishmaniasis visceral, aunque *L. longipalpis* ha sido registrado en el estado de Rondonia.

Al comienzo de este informe, el estudio citaba, sin dar cifras, a los investigadores resaltando que la leishmaniasis es un problema serio de salud en la región, principalmente por la alta proporción de leishmaniasis muco-cutánea. Bien, frente a esto, ¿Cuál es la conclusión de este estudio? Evidentemente, si la hubo, la conclusión no ha sido incluida en el informe.

Espundia por *Leishmania braziliensis*. Leishmaniasis muco-cutánea



Fuente: ITM, Amberes, Bélgica

## 2.3. Dengue y Fiebre Amarilla

El objetivo de este estudio era dimensionar la extensión de la presencia del *Aedes aegypti*<sup>4</sup> en el AID de Jirau y San Antonio, realizando colectas domiciliarias. Estas tuvieron lugar en el mes de septiembre, 2004, en los distritos de Jaci-Paraná, Mutum-Paraná y Abuná, además de las comunidades de Teotónio y San Antonio, siguiéndose la metodología del Manual de Instrucciones para el personal de Operaciones de la Fundación Nacional de Salud (MS/FNS, 1994).

<sup>4</sup> Este es el vector más importante del dengue y la fiebre amarilla en esta región. Prefiere el área peridomiciliar.

En Jirau, de 63 domicilios inspeccionados en las áreas urbanas de Jaci-Paraná, Mutum-Paraná y Abuná, 8 resultaron positivos en Jaci-Paraná y Mutum-Paraná. De 1090 recipientes inspeccionados, 8 fueron positivos, 4 en Jaci-Paraná, Barrio Jaci-Velha y 4 en Mutum-Paraná. La presencia de *Aedes aegypti* fue registrada solo en Jaci-Paraná. En Mutum-Paraná los recipientes fueron positivos para *Culex quiquefasciatus*, *C. coronator* y *Culex (Mel.) sp.*

En San Antonio, de 34 domicilios en Teotonio y San Antonio, se registraron 6 positivos. De 1508 recipientes, 6 eran positivos; 4 en Teotonio y 2 en San Antonio. Se hallaron larvas de *Aedes aegypti* solamente en Teotonio.

El hallazgo de *Aedes aegypti* alados, se dio solamente en Jaci-Paraná, coincidiendo con los resultados obtenidos sobre las larvas en los recipientes de las casas. *Culex quinquefasciatus* representó el 98% de la muestra y apenas 3 especímenes de *Aedes aegypti* fueron capturados. En San Antonio no se encontró ninguno. *Culex quinquefasciatus* resultó abundante especialmente, en Teotonio, representando el 99,5% de la muestra.

La conclusión del estudio es que el hallazgo de *Aedes aegypti* en Jaci-Paraná y Teotonio amplía el riesgo de nuevas epidemias de dengue, y también de la introducción de fiebre amarilla urbana. Además del contacto permanente con la ciudad de Porto Velho, que muestra altos índices de ocurrencia de *Aedes aegypti*, hay un intenso tránsito entre estas localidades, que amplía la posibilidad de infestación para otros poblados como Mutum-Parana y Abuná.

#### 2.4. Chagas

El objetivo de este estudio era proveer insumos sobre el chagas en la región para el diagnóstico de salud. El levantamiento entomológico se realizó de noviembre, 2003, a julio, 2004. Se realizó también una investigación domiciliaria de la presencia de los vectores. También en este caso, los domicilios se escogieron según la disponibilidad de tiempo del equipo y siguiendo criterios subjetivos de vulnerabilidad a la colonización por vectores.

No se encontraron evidencias de colonización por triatomas en las 31 viviendas tomadas como muestra.

No obstante, los investigadores advierten sobre la existencia de triatomineos de especies transmisoras de *Trypanosoma cruzi* en la región, en ciertas especies de palmeras que crecen cerca de los domicilios que son conocidas como sus refugios.



#### 2.5. Oncocercosis <sup>5</sup>

El objetivo de este estudio era inventariar las especies de *Simuliidae* (Díptera: Nematocera) del río Madera, entre Porto Velho - Jirau y entre Jaci-Paraná - Abuná y en los tributarios que allí desaguan. Las colectas se realizaron en tres diferentes periodos: noviembre, 2003; marzo y junio del 2004.

La única especie colectada en ambas áreas, reconocida como vector de oncocercosis, es *S. oyapockense s.l.* Las larvas de esta especie fueron encontradas solamente en los ríos Jaci-Paraná y Abuná, en este último en una densidad muy baja, y más baja aun, en el periodo de reflujos del río. *Simulium argentiscutum* y *S. amazonicum* son vectores reconocidos de *mansonelosis* en la región amazónica y fueron colectados en actividad de antropofilia tanto en Jirau como en San Antonio.

Los datos obtenidos permiten calificar las áreas de construcción de las hidroeléctricas como de riesgo bajo o medio para Oncocercosis y mansonelose, en función de la distribución y la densidad de los vectores. Esto porque la construcción de las represas y la consecuente formación de lagos en el área, dice el estudio, es previsible la reducción de la densidad poblacional

<sup>5</sup> La oncocercosis es una infección causada por el nematodo *Onchocerca volvulus*. Las características principales de esta enfermedad son: dermatitis pruriginosa, nódulos subcutáneos y lesiones oculares. Las larvas infecciosas son transmitidas por los mosquitos *Simulium* ("blackflies"). Existen varias "especies" de *Simulium* (Van den Enden, Gotuzzo, & Torrico, 2000).

de las especies *S. argentiscutum*, *S. oyapockense s.l.* y *S. amazonicum* debido a la reducción de sus hábitats. Pero si se forma el hábitat adecuado para el desarrollo de larvas de esas especies aguas arriba, la población de estas especies podrá mantenerse en los niveles actuales o aumentar, dependiendo de las condiciones físicas, físico-químicas y bióticas en esos lugares.



Larva de oncocercosis en el ojo.

Las otras dos especies antropofílicas colectadas en las dos áreas eran *S. pertinax* y *Lutzsimulium simplicicolor*. No se realizó ningún estudio de la capacidad de transmisión de *O. volvulus* o *M. ozzardi* de esas dos especies, de manera que eso, según advierte el estudio, tendrá que ser tomado en cuenta durante los movimientos migratorios de personas en las áreas donde éstas son endémicas.

Debido a la alta densidad y la enorme incomodidad provocada por las hembras en actividad hematófaga de esas dos especies, pueden tornarse en un problema en toda el área de los emprendimientos, desencadenando procesos alérgicos y reduciendo la cualidad de vida de la población local.

*Simulium pertinax* es la especie mas abundante en ambas áreas durante la crecida y decrecida del río Madera. Esta especie, de amplia distribución en el Brasil, es la que causa mas problemas de salud, especialmente alérgicos y de tipo económico en los estados del sur y sureste del país.

El aumento de población humana y la consiguiente degradación del ambiente, principalmente de los cursos de agua de pequeño y medio porte, pueden llevar a problemas semejantes a los enfrentados por los municipios en aquellos estados.

Concluyendo el apartado de las “otras dolencias

vectoriales”, podemos decir que, aparte del caso de la leishmaniasis, en lo referente al dengue, fiebre amarilla, chagas y oncocercosis, se encuentran los vectores, y las condiciones de hábitat y factores sociales como la intensa movilidad y contacto entre centros poblados, condiciones de vivienda, y otras, apropiadas para que se produzcan epidemias de estas enfermedades. Respecto a la oncocercosis, como ya vimos, existe la posibilidad de que se produzca la desaparición del hábitat de las especies *S. argentiscutum*, *S. oyapockense s.l.* y *S. amazonicum* con la creación de los grandes lagos de las represas, pero al mismo tiempo, si el hábitat se reproduce aguas arriba, la población de estas especies podrá mantenerse en los niveles actuales o aumentar dependiendo de las condiciones en esos lugares.

### 3. Conclusiones

Los estudios de salud y los entomológicos no tenían el objetivo de hacer predicciones (Tabla 8). Solo el estudio entomológico de vectores de la malaria tenía el objetivo de evaluar posibles impactos de las represas. En los demás casos los objetivos son muy modestos, limitándose al nivel de generación de insumos. La evaluación de posibles impactos en base a los estudios que hemos visto quedó a cargo de otro equipo. Pero es evidente que la información recogida es insuficiente para hacer predicciones, además que fue recogida con otros fines. No se comprende cómo el IBAMA permitió que el trabajo de investigación destinado a constituir la base a la EIA, se hiciera con objetivos distintos a los que corresponde a la EIA

Tabla 8. Objetivos de las investigaciones relativas a salud

Tema y Ejecutor	Objetivos
Estudio de salud IPEPRO	Determinar el perfil epidemiológico (nosológico) de la población residente en el AID de las hidroeléctricas de Jirau y Santo Antonio
Malaria INPA	Evaluar posibles impactos de las hidroeléctricas de Jirau y San Antonio e indicar medidas mitigadoras
Leishmaniasis INPA	Levantamiento entomológico para proveer insumos para el diagnóstico de salud de leishmaniasis en la región
Dengue y Fiebre Amarilla INPA	Dimensionar la extensión de <i>Aedes aegypti</i> en la AID de Jirau y San Antonio.
Chagas INPA	Proveer insumos para el diagnóstico de salud relacionado al chagas.
Oncocercosis INPA	Inventariar las especies de <i>Simuliidae (Diptera: Nematocera)</i>

El área de impacto del CRM en la salud de la población sufrió una primera limitación establecida en el diseño de la EIA, que contrariando el principio de abarcar la cuenca hidrográfica la redujo drásticamente. Otra limitación que no se puede pasar por alto es el hecho de haber dejado Porto Velho fuera del AID, que según la propia EIA quedará a sólo 3 km de la represa de San Antonio. Evidentemente no existe base alguna para suponer que los mosquitos se cuidaran de volar aguas abajo de la represa, de igual manera que no la hay para suponer que no volarán más allá de la frontera con Bolivia.

La EIA definió el AID considerando las áreas de los reservorios, la faja de 100m de las APPs, además las áreas destinadas a las infraestructuras de apoyo y la red caminera asociada. Se incluyeron las ciudades de Mutum-Paraná, Jaci-Paraná, Teotonio, Amazonas y Engenho Novo. El IBAMA en sus observaciones a la EIA, acusa a sus ejecutores de haber efectuado una reducción del problema de "impacto", a través del encogimiento de las áreas de influencia en consideración a posibles complicaciones burocráticas y no en razón del impacto causado, que podría demandar cambios en el proceso de licenciamiento ambiental, incluyendo las negociaciones correspondientes (IBAMA, 21 de marzo de 2007).

Los responsables de la EIA se ampararon en los Términos de Referencia (TdR) emitidos por el IBAMA para no ampliar el área de influencia, lo cual, según el IBAMA, era inaceptable debido a que la EIA debía definir el área de influencia, no basándose en los TdR, que solo son orientadores, sino en los impactos, los cuales son realmente los que definen el área de influencia, y éstos son conocidos a medida que se avanzan en los estudios ambientales.

Como vimos, los estudios se han limitado al área poblada entre el río y la carretera, descuidando inclusive el margen norte del río Madera, donde las intervenciones han sido mucho menores. Esto limita las posibilidades de prever los cambios cuando la gran inmigración y los impactos espaciales de las obras lleven a un cambio en los asentamientos humanos en el área de influencia.

Según el IBAMA, en sus observaciones a la EIA, el impacto llega a los demás municipios del estado y a los principales polos de atracción de la región: Humaitá,

Manicoré, Novo Aripuaná, Borba, Nova Olinda do Norte, Altazes e Itacoatiara, todos en el estado de Amazonas, en la margen norte del río Madera; y a los estados brasileros y países adyacentes que tengan el vector (IBAMA, 21 de marzo de 2007).

La Secretaria de Vigilancia Sanitaria (SVS), del Ministerio de Salud, que comprende el Programa Nacional de Prevención y Control de la Malaria, PNPCM, informa que el gran flujo de migración de la región amazónica a otros estados brasileros, con potencial malárico, ha llevado los últimos años al surgimiento de brotes de malaria, entre otros, en Paraná y Río de Janeiro (IBAMA, 21 de marzo de 2007).



A los efectos de las represas deben sumarse otras obras como la bioceánica Brasil-Perú. Consideradas estas obras, tenemos además que el intercambio y movilidad de la población unirá diferentes zonas, alterando el balance biológico de cada una.

Según Rosa (2006) el municipio de Porto Velo, por ser un núcleo de colonización reciente, todavía no cuenta con un equilibrio entre la población nueva en su delicado ecosistema. En el mejor de los casos, según el autor, la relación con el ecosistema se la puede caracterizar de inestabilísima y, por tanto, cualquier cambio ecológico tiende a repercutir de manera intensa en la población. Esto es hablando de una población que ya lleva un siglo en la zona, entonces, los cambios generados por la serie de obras de infraestructura en la región donde se incluyen las del Madera podrían generar una seria desestabilización.

Aparte de la limitación del espacio, también se ha procedido de la misma manera con la población. La EIA identificó 2849 personas a ser afectadas por

las represas; 1.087 en Jirau y 1.762 en San Antonio. Sin embargo, sólo la cooperativa de garimpeiros de Rondonia tiene afiliados más de 3000 miembros en el Madeira, es decir, más que todo lo previsto por la EIA. Considerando estos datos, el número de afectados ya pasa de 7000 (de Souza Moret, octubre, 2006). Aún más, la EIA no ha tomado en cuenta varios núcleos urbanos<sup>6</sup>, y tampoco los pueblos indígenas Kaxarari, y no ha presentado información sobre los indígenas no contactados Karipuninha y los Katawixi, ambos en el estado de Amazonas, en el AII, lo cual deja dudas sobre la confiabilidad del estudio (Souza Moret de, 2006).

Respecto a la inmigración, la EIA ha previsto que las obras serán realizadas en siete años, empleando una media de 21000 personas en las dos usinas. Souza Moret calculó por su parte, una inmigración de 100 mil personas contando los empleos generados por las obras de las dos usinas, incluyendo la migración asociada, familiares y prestadores de servicios. Con todos estos factores tomados en cuenta, tenemos que reconocer que el cálculo es conservador, pero aun así se encuentra muy por encima de lo previsto por la EIA, y considerando la población actual de Porto Velho, de 380.974 habitantes, implicaría un incremento del 26% en un corto periodo de tiempo. Las consecuencias entre otras, serían una presión en el medio ambiente por el aumento de áreas deforestadas, y un extraordinario riesgo de epidemias de malaria y dengue (Souza Moret de, 2006).

El consorcio trató de rebatir a Souza con un cálculo de migración de 54.343 personas, elaborado sin considerar el incremento generado por las represas. No se puede aceptar un impacto poblacional tan ínfimo, dice Rodrigues, otro investigador contratado por el Ministerio Público para la revisión de la EIA, cuando la experiencia histórica local muestra un alto atractivo de la región, debido a otros proyectos ya realizados, cuyos impactos estuvieron relacionados con saltos

6 Os núcleos urbanos atingidos, segundo o EIA, que se localizam entre a Ilha do Presídio e a Vila de Abunã são: Vila de Mutum-Paraná (totalmente); Vila Jaci-Paraná (parcialmente); comunidades ribeirinhas de Teotônio e Amazonas. No entanto existem muitas outras comunidades que não foram citadas, tanto ribeirinhas (como Porto Seguro, Engenho Velho, etc.) como de assentamento da reforma agrária (Joana Dark I, II e III que soma cerca de 1.070 famílias). O INCRA/RO, apesar de não ter um levantamento atualizado da área atingida e das famílias que ali residem, desenvolve projetos de desenvolvimento sustentável na comunidade ribeirinha de Porto Seguro e projeto de assentamento no Joana Dark I, II e III; áreas em processo administrativo de legalização pelo INCRA/RO. (de Souza Moret, outubro, 2006)

demográficos que sobrepasaron las expectativas (Rodrigues C. P., 2006). Considerando experiencias históricas, entre ellas la de Itaipu, donde Foz de Iguazú pasó de 33.966 habitantes, en 1970, a 136.321, en 1980, cuadruplicándose, Rodrigues da a entender que cuando se trata de hacer pronósticos demográficos en este tipo de casos, el poder predictivo de las variables demográficas normales es profundamente alterado. Considerando estas experiencias históricas, Porto Velho, en ocho años, podría llegar, según Rodrigues, a un millón de habitantes.

La historia demográfica de la región según Tada, es la siguiente: El asentamiento de agricultura y minería en la región oeste de la Amazonía brasilera a fines del siglo XX, produjo un incremento de población en Rondonia de 110.000 habitantes, en 1970, a 1.200.000, en 1990. Los inmigrantes venían sobre todo del sur y del noreste del país donde la malaria había sido erradicada. Esta migración, -dice Tada citando al Ministerio de Salud del Brasil-, fue seguida por un incremento de casos de malaria, de 10.000 a casi 300.000. Esta explosión de malaria estuvo asociada con el establecimiento descontrolado de la agricultura y la minería en los bosques de lluvia conocidos como la “frontera de la malaria”, caracterizada por un API de 1000 o más, con una prevalencia de *falciparum* mayor que *vivax* y con un grupo de riesgo representado por hombres adultos que estaban en contacto cercano con la selva lluviosa debido a sus ocupaciones (Tada *et al*, 2007).

La abreviación de los factores espacial y poblacional realizado por la EIA, le ha liberado del factor temporal; es decir, de la necesidad de elaborar proyecciones del impacto acumulativo de las represas. Con esto la EIA, ha perdido una parte esencial de su razón de ser y se suma a las numerosas EIA que han bendecido obras que terminan generando impactos “no previstos”.

Habíamos mencionado la separación existente entre los estudios de San Antonio y Jirau; bien, además de ésta, existe otra de mayor importancia: es que el estudio de salud pública y el de entomología fueron separados, dos partes de un mismo problema fueron tratadas como si no tuvieran que ver la una con la otra.

Es interesante ver que el Consorcio Furnas Centrális Eléctrica S.A. y la Constructora Norberto Odebrecht S.A., respondiendo a las observaciones al estudio de

salud hechas por Silas Antônio Rosa, también del Ministerio Público, dijo que el EIA buscaba romper con una división histórica entre las acciones de asistencia y de vigilancia, trazando un enfoque más integral sobre la salud humana. Por lo que hemos visto, un enfoque integral de la salud humana es justamente lo que no existe en los estudios para la EIA, y es tan insistente esta característica que, el hecho de que los investigadores escriban en su informe que se vieron obligados a elegir los domicilios para el estudio de vectores, de acuerdo al tiempo que les quedaba disponible y a aplicar criterios subjetivos, parece como una protesta velada, que se suma a los indicios de que las debilidades de los estudios fueron sistemáticas.

El contratante de todos los estudios fue el Consorcio Furnas Centrális Eléctrica S.A y la Constructora Norberto Odebrecht S.A., responsable ante el IBAMA de la realización de la EIA. El problema es que esta misma entidad, el Consorcio, constituía la parte interesada en la construcción de las represas; era juez y parte al mismo tiempo, por lo cual es evidente que hay un conflicto de intereses.

Según el IBAMA, el Consorcio contrató a la empresa Leme Engenharia Ltda. para la consolidación de los estudios ambientales y la elaboración de la EIA/RIMA, utilizando como principal fuente de información los análisis y conclusiones de los diagnósticos temáticos producidos por las diferentes instituciones. Para los diagnósticos relativos a los aspectos ambientales se contrató, entre otras, al Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA y al Instituto de Pesquisas em Patologias Tropicais – IPEPATRO. Esto quiere decir, primero, que es la parte interesada la que hace la evaluación de la obra que es de su interés y, por otra parte, que los expertos que hacen los estudios, son utilizados como meros asistentes de campo, pues no son ellos los que elaboran el documento final.

Según recomendaciones de la OMS para este tipo de estudios, debían tomarse dos tipos de fuentes principales; la primera es la caracterización de la situación actual -además en toda la cuenca hidrográfica- y la segunda es la revisión de experiencias similares. Respecto a lo último, es muy curioso que los casos en que se toman en cuenta otras experiencias son los pareceres independientes, las observaciones del IBAMA, y muchos otros, pero no los estudios que integran la EIA. Lo que revelan las otras

experiencias, es entre otras cosas, la frecuencia con que las evaluaciones de impacto ambiental presentan impactos negativos abreviados, que no corresponden a la realidad y que han sido sesgados por la influencia de los grandes intereses económicos comprometidos en la construcción de represas.

## 4. Apendice

### 4.1. Nuevas enfermedades y problemas de salud a consecuencia del CRM

Numerosas enfermedades vectoriales están relacionadas con la existencia de represas y obras de regadío en áreas tropicales. La EIA también ha disminuido artificialmente este problema. Describiremos aquí las que con gran probabilidad se extenderán hasta Bolivia.

#### 4.1.1. Esquistosomiasis o Biliardasis

Esta dolencia es endémica en grandes áreas del Brasil y es inexistente en Bolivia. Se difunde por cierto tipo de caracoles que se reproducen en aguas quietas o de poca corriente, como serán las aguas en Bolivia debido a las represas; se expanden con la construcción de represas y canales de riego. Por ejemplo, con la construcción de la represa de Aswan en Egipto en los años 60, los vectores, *S. haematobium* y *S. mansoni*, que se encontraban restringidos a determinadas áreas, se expandieron hasta el delta del Nilo.

La elevación de la temperatura que se produce en aguas represadas, efecto que también se dará en el Madera y sus afluentes, es importante para la reproducción de los caracoles portadores de la esquistosomiasis (Van den Enden, Gotuzzo, & Torrico, 2000). Otro factor que contribuye a su expansión es la urbanización, específicamente los suburbios con sus deficiencias en el tratamiento de aguas servidas. Igualmente son importantes las condiciones sociales. Cuanto peor es la situación económica y ocupacional, es decir, ocupación, sector económico y posición en la producción del jefe del núcleo familiar, cuanto menor el nivel de ingreso familiar y el nivel de educación del jefe de la familia, tipo de vivienda, bienes que posee el núcleo familiar, suministro de agua en el hogar, instalaciones sanitarias para la eliminación de excrementos y acceso de la familia a la atención médica, mayor es el riesgo de esquistosomiasis. (Ximenes, Southgate, Smith, &

Guimarães Neto, 2003). Esto es que las condiciones propias de los suburbios urbanos, las enormes diferencias socio-económicas que se van incrementando en la Amazonía y que previsiblemente se agravarán con los grandes proyectos, donde se incluyen, las represas, son las apropiadas para la expansión de la enfermedad a Bolivia.

El ser humano es el reservorio más importante para *S. haematobium* y *S. mansoni*. El ciclo de expansión de la esquistosomiasis es como sigue: los huevos se esparcen por medio de las heces o la orina, (por ello es que las migraciones de personas infectadas también impactan en la distribución de la infección). Llegados al agua, completan su desarrollo en un tipo específico de caracol, pudiendo llegar hasta 100,000 cercarias por caracol. Una vez liberadas en el agua, la infección al ser humano se produce por el contacto de la piel con el agua contaminada. Las larvas se encuentran en el agua y pueden penetrar la piel en cuestión de minutos. Luego migran a través de los pulmones hasta el hígado. Más tarde se produce una nueva migración hacia las vénulas de la vejiga, el recto o el colon y allí anidan y se reproducen a un ritmo de de 30 a 3000 huevos por día, según la especie (Van den Enden, Gotuzzo, & Torricco, 2000).



Paciente con signos de Esquistosomiasis  
Fuente: (Van den Enden, y otros, 2000)

Un estudio en el Brasil de las conductas de salud relacionadas con el agua, reveló que la convivencia familiar representaba el 30% de la variación en el total de contactos semanales con el agua. Además representaba una amplia proporción de la variación en las conductas individuales de contacto con el agua: por ejemplo, contactos agrícolas (63%), higienización de las extremidades (56%) o tomar baños (41%) (Bethony, Williams, Brooker, Gazzinelli, & Gazzinelli, 2004).

Las complicaciones producidas por la esquistosomiasis son: formación de granulomas; lesiones intestinales; esquistosomiasis hepatoesplénica; esplenomegalia; várices esofágicas; ascitis; lesiones renales y de las vías urinarias, insuficiencia renal crónica, lesiones cardíacas y pulmonares. También se pueden producir localizaciones ectópicas. En estos casos los huevos o vermes adultos pueden a veces causar lesiones al nivel de la médula espinal (*S. haematobium* & *S. mansoni*) o al nivel del cerebro (*S. japonicum*). Por otra parte, pacientes con esquistosomiasis (tanto *S. mansoni*, *S. haematobium*, como *S. japonicum*) tienen una probabilidad más elevada de convertirse en portadores de Salmonella.

La esquistosomiasis es una de las enfermedades “olvidadas” del mundo, que por ser de los pobres no es foco del interés de los fabricantes de medicamentos ni de las investigaciones, pero afecta a un billón de seres humanos sobre todo en los países pobres. La esquistosomiasis deja a la gente tan débil que no pueden trabajar y solo en África afecta a 160 millones de seres (Reuters, 2003).

#### 4.1.2. Toxinas cianobacterianas

Las cianobacterias son un tipo de algas microscópicas. En regiones tropicales, subtropicales y áridas del mundo es inevitable que los nuevos diques se eutroficen<sup>7</sup> rápidamente, a menudo dentro de los primeros años del llenado. Este fenómeno causa el crecimiento excesivo de algas y de poblaciones de cianobacterias tóxicas. El problema es agravado por el aporte de nutrientes (desagües, aguas servidas) que acompaña el crecimiento poblacional y del tamaño de los asentamientos y el desarrollo de agricultura alrededor de la represa (WHO, 2000).

Hay muchos tipos de toxinas de cianobacterias, pero todos son potencialmente letales para humanos y animales consumidos en las cantidades suficientes. Adicionalmente, algunas toxinas de cianobacterias pueden provocar el cáncer de hígado durante la exposición crónica. La mayor parte de las cianobacterias puede causar una variedad de enfermedades gastrointestinales y alergias en humanos expuestos a las toxinas en el agua potable o durante la natación

<sup>7</sup> Eutrofización. Incremento de sustancias nutritivas en aguas dulces de lagos y embalses, que provoca un exceso de fitoplancton

(Chorus and Bartram, 1999). Los casos más severos de cianobacterias han sido documentados en Brasil y se han dado en relación a obras de aprovechamiento hídrico, como las represas (WHO, 2000).

Para el caso específico del Madera, el fósforo y nitrógeno disueltos pueden ser suficientes para desencadenar procesos de eutrofización con consecuencias indeseables para la calidad del agua, principalmente para el abastecimiento humano e inclusive para la generación de hidroelectricidad (Tundisi y otros, 2006; en (ATAB-IRN, 2006).



Contaminación de los ríos por procesos antrópicos

#### 4.1.3. Mercurio metílico

El mercurio proviene de dos fuentes, por una parte, está presente de forma natural, en una forma inofensiva en muchos suelos, por otra parte, el mercurio aparece en una forma no natural debido a la minería aurífera aguas arriba, pero las bacterias presentes en la biomasa en descomposición en las áreas inundadas por las represas lo transforman en metilmercurio.

A partir de la construcción de represas se produce la acumulación de altos niveles de mercurio en los peces de estas áreas (WCD, 2000). Con pocas excepciones el metilmercurio representa todo el mercurio que se encuentra en los peces. Esta sustancia -constituye específicamente una toxina del sistema nervioso central- y el más estable de los compuestos del mercurio (Quiroga, 1997). Cuando el metilmercurio pasa la cadena alimenticia se concentra cada vez más en el tejido de los animales carnívoros que comen presas contaminadas (WCD, 2000). El mercurio puede tener impactos negativos duraderos para la salud humana. Los niveles en 50 a 125 mg/kg en pelo humano demuestran

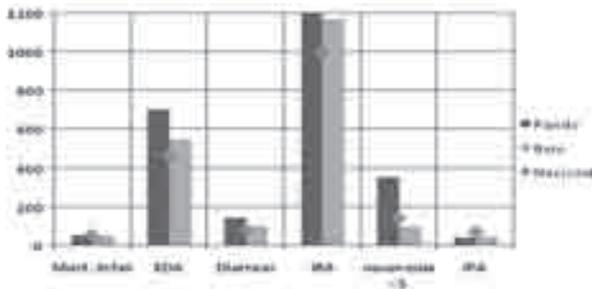
un riesgo bajo del daño neurológico. Sin embargo, basta la mitad de este límite para que se produzca daño fetal. En concentraciones de más de 125 miligramos/kg aparecen efectos neurológicos bien definidos (WCD, 2000).

La evaluación del problema del mercurio realizada por la EIA, ha sido objeto de críticas por parte de los ejecutores de los "Pareceres Independientes" contratados por el Ministerio Público de Rondonia, por lo siguiente: La EIA no presenta datos del mercurio en el agua, lo cual es un parámetro clave para la evaluación de impactos de las represas (St.Louis et al., 1998; Hall et al., 2005). Según Forsberg (2006), los autores de la EIA no pudieron detectar mercurio debido a los métodos inadecuados que utilizaron (límite 30 ng/l) ya que el mercurio en su estado natural está entre 1 y 10 ng/l, muy por lo bajo de la sensibilidad de los métodos elegidos. Esto demuestra un completo desconocimiento de la dinámica natural del mercurio y de la metodología que debe usarse, dice este autor. No se realizaron mediciones de los niveles de Hg-total, MeHg y % MeHg en el canal del río Madera, sus tributarios y las áreas inundables asociadas para identificar las fuentes actuales de mercurio y los sitios de metalización lo que permitiría la evaluación de los cambios en estos parámetros después de la inundación. Según Tundisi (2006), los estudios del mercurio no consideraron el descenso del mercurio utilizado en la explotación minera en el Río Madre de Dios en Bolivia.

#### 4.2. El estado de salud de la población boliviana en el norte Amazónico

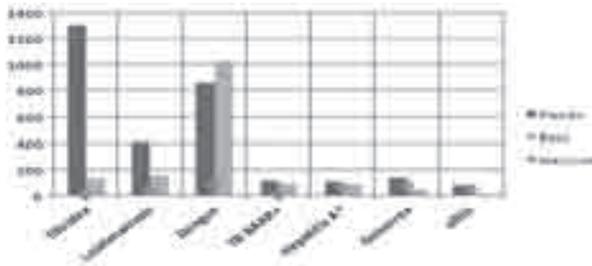
Según la OMS, las condiciones preexistentes de salud de la población y la capacidad institucional de resistir nuevos problemas de salud son determinantes al momento de enfrentar las consecuencias generadas por eventos tales como la construcción de represas. Desde estos dos puntos de vista la situación de la población de Beni y Pando ante los riesgos de las represas es muy mala. En muchos casos, Beni y especialmente Pando se hallan por encima de -o sea peor que- los promedios nacionales de problemas de salud, lo cual puede verse en los gráficos subsiguientes.

Ilustración 8. Situación epidemiológica de Pando y Beni respecto al país



Fuente: Elaboración propia basada en datos del SNIS

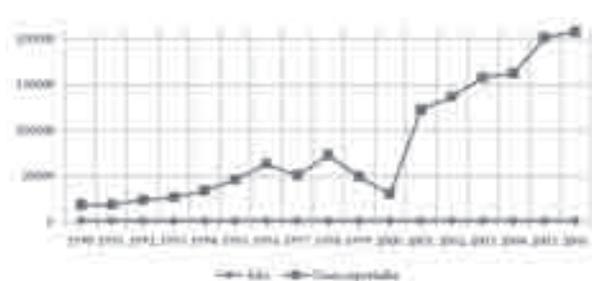
Ilustración 9. Situación epidemiológica de Pando y Beni respecto al país



Fuente: Elaboración propia basada en datos del SNIS

La malaria es endémica en 75% del país y la población en riesgo es de 3'337.998 habitantes. El año 2006 se reportaron más de 200.000 casos de malaria (Ilustración 10) (WHO, 2008). Y de acuerdo al comportamiento de los índices IASE y ILP se ha advertido la existencia de una importante proporción de casos no detectados (Batista M., 2006).

Ilustración 10. Casos de malaria en Bolivia, 1990-2006



Fuente: (WHO, 2008)

Para concluir, el Ministro de Relaciones Exteriores del Brasil, Celso Amorim, declaró que la hipótesis del riesgo de malaria para Bolivia con la construcción de las represas, es “un falso problema”, y a continuación,

demostrando su desconocimiento del tema, dijo que no sabía si el número de casos en la región iría, o no, a aumentar pero que en todo caso Brasil ayudaría a Bolivia con una campaña eficiente para erradicar la malaria. El último reporte de la Organización Panamericana de la Salud (2008) para el año 2007 de La Salud en las Américas, que citamos a continuación, revela esa “eficiencia” de la que habla Amorim.

La malaria es endémica en toda la amazonia brasilera que comprende la región norte y parte de los estados de Maranhao (nordeste) y Mato Grosso (centro-oeste). En este último se registraron más del 99% de los casos de la última década, con una media anual de 530.000 casos positivos. En 1999, la incidencia de la malaria aumentó considerablemente, en esta zona y registrándose niveles existentes en la década del 70. En 1999 se registraron 632.600 nuevos casos, 34% más que en 1998, lo que resultó en 21.100 internaciones.

El año 2000 el Ministerio de Salud lanzó el Plan de Intensificación de Acciones de Control de la Malaria en la Amazonia Legal (PIACM). Al finalizar el año 2002, la malaria había disminuido en 45% respecto a 1999. El 2003, se puso en marcha el Programa Nacional de Control de Malaria (PNCM), para mantener los éxitos del PIACM, pero, a pesar de todos los recursos invertidos, el 2003 hubo un aumento del 17,3% (408.795 casos) en relación al 2002. El 2004 el aumento fue de 13,6% (464.231 casos) respecto al 2003, y el 2005 un crecimiento del 29,2% (599.690 casos), respecto al 2004.

Acerca de las causas el informe de la OPS dice: la elevada endemia de malaria en la Amazonía está ligada a las mudanzas en las actividades económicas extractivistas, que generan migraciones internas y asentamientos rurales desordenados. El último aumento se debe principalmente a una intensa y desordenada ocupación de las zonas periféricas de las grandes ciudades.

## Bibliografía

ATAB-IRN. (2006). *Estudos Não Confiáveis: 30 Falhas no EIA-RIMA do Rio Madeira. Brasil*. Amigos da Terra Amazonia Brasileira (ATAB) e International Rivers Network (IRN).

Batista M., R. (2006). *Situación de Salud, Bolivia 2004*. La Paz, Bolivia: Ministerio de Salud y Deportes.

Bethony, J., Williams, J., Brooker, S., Gazzinelli, A., & Gazzinelli, M. (2004). Tropical Medicine and International Health, 2004 Mar;9(3):381-389. Exposure to Schistosoma mansoni infection in a rural area in Brazil. Part III: household aggregation of water-contact behav.

Cabezas, J., & Flores, F. (sfe). El problema de la salud del Norte Amazónico y su relación con las represas en el río Madera. La Paz, Bolivia: FOBOMADE.

Fernández L, R., Schoeler, G., & Stancil, J. (2004). Presencia de Anopheles (Nyssorhynchus) benarrochi en áreas de selva con transmisión malárica. *Rev Peru Med Exp Salud Publica* 21(4), 2004, 217-222.

Forsberg, B. R., & Kemenes, A. (2006). Avaliação dos Estudos Hidrobiogeoquímicos com Atenção Específica à Dinâmica do Mercúrio. En *Relatório de Análise do Conteúdo dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Santo Antonio e Jirau, no Rio Madeira, Estado de Rondônia*. Manaus.

FURNAS & ODEBRECHT. (2006). *EIA. Tomo B – Volume 8/8: FURNAS; ODEBRECHT ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO*.

IBAMA. (21 de março de 2007). *Análise técnica do EIA/RIMA e de documentos correlatos referentes ao AHE de Santo Antônio e AHE de Jirau, ambos no rio Madeira, visando emissão de parecer quanto à viabilidade ambiental dos empreendimen*. IBAMA. Brasília: Serviço Público Federal; Ministério do Meio Ambiente; Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA.

OPS. (2008). *La Salud en las Américas 2007*. Organización Panamericana de la Salud.

Quiroga, I. (1997). *Estudio Preliminar de la Contaminación por Mercurio en Aguas del Río Beni, Reserva de Biosfera - Territorio Indígena Pilón Lajas. Informe Técnico*. La Paz, Bolivia: VSF.

Reuters. (2003, 2 1). WHO chief urges fight against “neglected” diseases. *Reuters*.

Rodrigues C. P., S. (2006). Parecer Técnico sobre Planejamento Regional. In: *Relatório de Análise do Conteúdo dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Santo Antonio e Jirau, no Rio Madeira, Estado de Rondônia*. Parte “B” – Vol II Pareceres Técnicos dos Especialistas Setoriais – Aspectos Sócioeconômicos-. Ministerio Publico do Estado de Rondônia.

Rosa, S. A. (2006). Parecer Técnico sobre Saúde Pública. En Parte “B” – Vol II Pareceres Técnicos dos Especialistas Setoriais – Aspectos Sócioeconômicos-. Ministerio Publico do Estado de Rondônia.

Souza Moret de, A. (2006). Parecer Técnico sobre Energia e Desenvolvimento. In: *Relatório de Análise do Conteúdo dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Santo Antonio e Jirau, no Rio Madeira, Estado de Rondônia*. Parte “B” – Vol II Pareceres Técnicos dos Especialistas Setoriais – Aspectos Sócioeconômicos-. Ministerio Publico do Estado de Rondônia.

Tada et al, M. S. (2007). Urban malaria in the Brazilian Western Amazon Region I. High prevalence of asymptomatic carriers in an urban riverside district is associated with a high level of clinical malaria. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 102 (3).

Tundisi, J. G., & Matsumura-Tundisi, T. (2006). Parecer Técnico sobre Limnologia, Qualidade das Águas e Sedimentologia. En *Relatório de Análise do Conteúdo dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Santo Antonio e Jirau, no Rio Madeira, Estado de Rondônia* (Vol. Parte B Vol I).

Van den Enden, E., Gotuzzo, E., & Torrico, F. (2000). *Medicina Tropical*. Amberes, Bélgica.: Instituto de Medicina Tropical, 2000.

WCD. (2000). *Dams and Development: a New Framework. The Report of The World Commission on Dams for Decision-Making*. UK and USA: Earthscan Publications Ltd, London and Sterling, VA.

WHO. (2000). *Human health and dams: the World Health Organization's submission to the World Commission on Dams (WCD)*. The World Health Organization.

WHO. (2008). *World malaria report 2008*. World Health Organization.

Ximenes, R., Southgate, B., Smith, P. G., & Guimarães Neto, L. (2003). Determinantes socioeconômicos de la esquistosomiasis en un área urbana del nordeste de Brasil. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 14 (6), 409-421.

# Sensibilidad del Norte Amazónico a la contaminación por el Mercurio<sup>1</sup>

\_\_\_\_\_Pérez T.<sup>2</sup>, Pouilly M.<sup>3</sup>, Maurice L.<sup>4</sup>, Paco P.<sup>5</sup>, Ovando A.<sup>6</sup> & Córdova L.<sup>7</sup>

## 1. El mercurio

### 1.1. Ciclo y fuentes

El mercurio es un metal pesado, como el plomo, el cadmio o el talio, así definidos por sus altas densidades (mercurio: 13,5 g.cm<sup>-3</sup>), conocidos por provocar efectos tóxicos sobre la salud y generar serios problemas ambientales.

A nivel mundial, el mercurio disponible proviene de las emisiones volcánicas y los gases liberados del subsuelo,

siendo éstos los principales aportes naturales de mercurio gaseoso. El mercurio así liberado se deposita y se liga a los suelos en particular cuando son ricos en aluminio y fierro (suelos ferralíticos), acumulándose a lo largo del tiempo. El ser humano extrae el mercurio (principalmente a partir de los yacimientos de cinabrio) para emplearlo en varias actividades industriales. Existen actividades antrópicas que aceleran la emisión de mercurio hacia la atmósfera (combustión de residuos y fósiles), el agua y el suelo (explotación minera y uso de pesticidas, Figura 1). La erosión natural o antrópica de los suelos ferralíticos permiten la movilización de las partículas del mercurio ligado a los sedimentos.

---

1 Compilado de:

Córdova L., Pouilly M. & L. 2008. Potenciales impactos indirectos de las represas del río Madera. Una comparación con las represas hidroeléctricas en Sud América. En Pouilly et al. Evaluación preliminar de impactos del complejo hidroeléctrico del río Madera en el Norte Amazónico Boliviano. Informe IRD La Paz, Bolivia. 92 pp.

Pouilly M., Pérez T., Ovando A., Guzmán F., Duprey J.L. & Paco P. 2008. Diagnóstico de la contaminación por el mercurio en la cuenca Iténez. Informe IRD-WWF, La Paz, Bolivia.

Pérez RT. 2008. Bioacumulación y Biomagnificación del Mercurio en peces de la cuenca Iténez (Bolivia). Tesis para obtener el grado de magister en Ciencias Ambientales. Cochabamba, Bolivia. 90 pp.

2 Tamara Pérez, bióloga boliviana, Master en Ciencias Ambientales (UMSS, Cochabamba). Investigadora de la Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA) en colaboración con el Institut de Recherche pour le Développement (IRD).

3 Marc Pouilly, investigador IRD asociado a la ULRA de la UMSS, Cochabamba. Desarrolla investigaciones sobre la ecología de los sistemas acuáticos en la Amazonía Boliviana en colaboración con las universidades de La Paz, Cochabamba y Trinidad.

4 Laurence Maurice, investigadora IRD.

5 Pamela Paco, investigadora SELADIS (Servicio de Laboratorios de Diagnósticos en Salud) e IRD.

6 Alex Ovando, investigador asociado ULRA e IRD.

7 Leslie Córdova, investigadora asociada ULRA e IRD.

La minería aurífera, además de la remoción de sedimentos, aporta mercurio alóctono debido a que lo emplean en la amalgamación del oro. Se estima que en promedio se emplea 1.5 gramos de mercurio por gramo de oro extraído, afectando de forma directa un radio de 50 km (Roulet *et al.* 1998). La deforestación promueve la liberación de los sedimentos y la transferencia del mercurio a la atmósfera, cuando se encuentra mediada por la quema de los bosques (Farella *et al.* 2006). Se estima que en la actualidad dos tercios de mercurio emitidos hacia la atmósfera proviene de actividades antropogénicas y el tercio restante proviene de fuentes naturales (Piantone *et al.* 2002).

En la naturaleza el mercurio inorgánico se encuentra en tres estados de oxidación: metálico (Hg<sup>0</sup>), mercurioso (Hg<sup>2++</sup>) y mercúrico (Hg<sup>2+</sup>), estas últimas dos formas (Hg<sup>2</sup>) pueden combinarse con átomos de carbono para formar compuestos orgánicos e inorgánicos (Morel *et al.* 1998).

En la atmósfera, 95% del mercurio se encuentra en la forma metálica  $Hg^0$  que puede ser transportado sobre grandes distancias. El tiempo de residencia del mercurio en la atmósfera depende de su estado de oxidación, pudiendo variar entre 2 y 27 años (Morel *et al.* 1998, Roulet 2001), la deposición de este metal se realiza principalmente por precipitación líquida y sólida, alcanzando de éste modo la superficie de la corteza terrestre o de los cuerpos de aguas superficiales (Roulet 2001). Por el contrario los cuerpos de agua y los suelos son más ricos en  $Hg^2$  (Meili 1991, Millan *et al.* 2007).

## 1.2. Toxicidad: metilación y acumulación en la cadena trófica

La toxicidad del mercurio se incrementa cuando pasa de la forma inorgánica ( $Hg^2$ ) a la orgánica (metilmercurio: MeHg), proceso conocido con el nombre de metilación. La mayor toxicidad del metilmercurio se debe a su alta liposolubilidad que le permite atravesar las membranas celulares, incrementando su biodisponibilidad (Roulet 2001) y su afinidad por las proteínas. El incremento en la biodisponibilidad del mercurio por el proceso de metilación facilita su entrada en las cadenas tróficas. En los organismos acuáticos de la cuenca Amazónica las concentraciones de metilmercurio son elevadas en relación al mercurio total, se estima que en peces el metilmercurio representa alrededor del 95% del mercurio total; mientras que en macroinvertebrados es del 50 % (Hylander *et al.* 2000, Fréry *et al.* 2001).

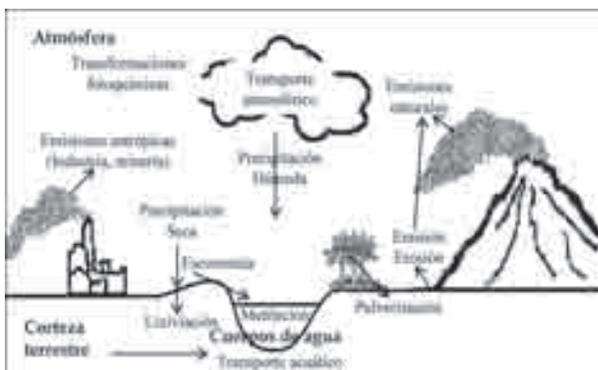


Figura 1. Ciclo geoquímico del mercurio (fuentes y receptores).  
Fuente Pérez (2008).

La metilación puede ser biótica o abiótica. La metilación biótica es promovida por bacterias sulfato reductoras presentes en las zonas costeras de las

planicies de inundación (Roulet *et al.* 2000) y su actividad se encuentra favorecida por la falta de oxígeno y la presencia de perifiton, aunque también puede ser aerobia (en presencia de oxígeno) (Guimaraes 2001). La metilación abiótica se lleva a cabo principalmente en el lecho de los ecosistemas acuáticos en condiciones de anoxia (sin oxígeno) y sus tasas de metilación son inferiores a las tasas de la metilación biótica.

La absorción del mercurio y metil mercurio en los animales se realiza por tres vías principales: respiratoria, digestiva y cutánea. Cada vía permite la absorción diferencial de las diferentes especies de mercurio. La vía respiratoria permite la absorción del 60% de mercurio en forma de vapor y el 40% de mercurio orgánico e inorgánico. Por la vía digestiva se absorbe un 70% del mercurio inorgánico y el 100% del mercurio orgánico (García 2000), y por vía cutánea solo ingresan los compuestos orgánicos de mercurio.

Una vez que el mercurio penetra en el organismo su transporte se realiza a través de los glóbulos rojos (eritrocitos), con una eficacia del 90% en el caso de la forma orgánica (MeHg) y del 50% para el mercurio inorgánico (Cano 2001). Se estima que más del 80% del mercurio asimilado es retenido en los tejidos animales, acumulándose principalmente en los riñones, cerebro e hígado. El mercurio orgánico suele distribuirse de forma uniforme en todo el organismo, incluido los músculos, huesos y otros.

El tiempo de residencia del mercurio inorgánico, en el humano varía entre 23 y 46 días y la de sus compuestos orgánicos es de 70 días (Sepúlveda *et al.* 2006). Esto demuestra que el mercurio y/o metilmercurio son de difícil eliminación por lo que organismos expuestos de forma constante a este metal tienden a incrementar sus tasas corporales a lo largo del tiempo (proceso de bioacumulación).

El mercurio puede ser bioacumulado en los organismos, lo que implica que existe un incremento de las concentraciones de mercurio a lo largo del tiempo de exposición del individuo. En la amazonía la bioacumulación se encuentra relacionada con los hábitos alimenticios de los peces, siendo los “carnívoros” (invertívoros o piscívoros) los que suelen presentar bioacumulación; mientras que las especies “no carnívoras” no suelen presentarla, e incluso pueden

observarse relaciones negativas. En Bolivia varios estudios han reportado este fenómeno en especies piscívoras del río Beni (Maurice-Bourgoin & Quiroga 2002), Madre de Dios y Mamoré (López 2005) e Iténez (Pérez 2008, Pouilly *et al.* 2008). En el Madre de Dios y el Mamoré López (2005) reportó bioacumulación en el pacú (*Colossoma macropomum*), que es de hábitos herbívoros. A parte de la influencia de la dieta, se ha determinado que los ciclos de inundación (Dorea *et al.* 2006), el pH (Malm *et al.* 1995) y otros (factores ecológicos, biológicos y fisicoquímicos) pueden jugar un rol importante en la bioacumulación de los peces.

El mercurio se transfiere a través de las cadenas alimenticias con un incremento en las concentraciones entre niveles tróficos de la presa al predador (proceso de biomagnificación). En las comunidades de ecosistemas acuáticos la biomagnificación es observable entre especies de un mismo grupo taxonómico con diferentes hábitos alimenticios (Barbosa *et al.* 2003, Pérez 2008) y se incrementa en relación al potencial de intervención antrópica desarrollado en la región (Pérez 2008). Bajo este concepto y considerando que el ser humano ocupa el último nivel trófico, los riesgos de intoxicación en ellos pueden ser máximos, sobretodo en casos en los que se presenta una dieta basada en peces, además los peces de consumo suelen ser de hábitos alimenticios carnívoros y de gran tamaño, por lo que la bioacumulación en estos peces es máxima.

La eliminación del mercurio se realiza principalmente por vía renal (riñones), aunque también se ha visto que se puede eliminar por la saliva, lágrimas, sudor y bilis (García 2000).

Los cuadros de intoxicación por mercurio en humanos se encuentran relacionados con diversas neuroencefalopatías irreversibles. Los primeros síntomas suelen ser una serie de parestesias en los dedos de la mano y en la zona peribucal. Posteriormente, aparecen trastornos en la visión y sintomatología neurológica (disartria, ataxia cerebelosa con alteración de la palabra y la escritura). En casos graves, puede producir confusión mental, coma y la muerte (Pinheiro *et al.* 2005).

La cuantificación del mercurio en organismos se realiza empleando diferentes tipos de muestras. En peces se suele medir las concentraciones de mercurio en el

músculo dorsal, debido a que el mercurio contenido en músculo es ingerido por los humanos. En humanos se emplea la sangre, el pelo o la orina, aunque esta última solo indica la exposición a mercurio inorgánico (Batista *et al.* 1996; Pellizzari *et al.* 1999).

En base a los valores cuantificados se han propuesto dos límites de toxicidad de las concentraciones de mercurio en músculo de peces, ambos relacionados con el consumo humano:

1. Potencial:  $0.3 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  (peso fresco) correspondiente al límite de toxicidad de la Environmental Protection Agency de EEUU (US-EPA 2001).
2. Probada:  $0.5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  (peso fresco) que se refiere al límite propuesto por Organización Mundial de la Salud (OMS 1991), y el Codex Alimentarius Commission plantea que para peces con hábitos depredadores el límite es de  $1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  (FAO – OMS 2007).

Estos límites de toxicidad están relacionados a la tasa de ingestión diaria máxima de mercurio admitida por la Organización Mundial de la Salud que es de  $30 \mu\text{g}$  para una persona de  $70 \text{ kg}$  (OMS 1991). Los límites de toxicidad del pescado toman como referencia un consumo diario de  $60 \text{ g}$  de pescado con hábitos alimenticios no piscívoros (límite de  $0.5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) o de  $30 \text{ g}$  de pescado piscívoro (límite de  $1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ). Estos límites de toxicidad deberían ajustarse en relación a la tasa de consumo de peces de cada población y considerar las tasas de consumo de los niños que son un grupo altamente expuesto (Maurice-Bourgoin & Quiroga 2002).

En humanos los límites NOAEL (No Observable Adverse Effect Level) son variables y dependen del compartimento en el que se cuantifica. El National Research Council NCR de EEUU (NCR 2002), ha propuesto como la dosis de referencia considerada como no letal  $58 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  en sangre del cordón umbilical y  $10 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  en cabello.

## 2. El mercurio en la Amazonía

Los suelos de la cuenca Amazónica son predominantemente ferralíticos, por lo que su afinidad por el mercurio es alta. Las concentraciones de mercurio en suelo de diferentes regiones de esta cuenca,

principalmente Brasil (Roulet 2001), muestran valores elevados, aunque existe una variación en los contenidos de mercurio entre limos, arcillas y arenas, siendo mayor en limos (Farella *et al.* 2006).

La persistencia del mercurio en el suelo se debe a la cobertura vegetal. El incremento en las tasas de erosión permite la movilidad del mercurio y por ende la contaminación ambiental mediada por este metal. En la cuenca amazónica existen diversas actividades antrópicas que provocan una erosión acentuada o que aportan mercurio exógeno:

- Los cambios en el uso de suelo, que generalmente se inicia con el desmonte de los bosques, es una fase crítica debido a que los suelos quedan libres de vegetación y por lo tanto el mercurio ligado a los sedimentos puede ser fácilmente movilizadado y transportado sobre grandes distancias mediante los ríos o depositado en las zonas de inundación.
- La minería, promueve la liberación de sedimentos y mercurio autóctono hacia los ecosistemas y en algunos casos (extracción aurífera) emplea mercurio exógeno para los procesos de producción metalúrgicos. Este mercurio es liberado hacia la atmósfera o ligado a las partículas de sedimentos, por lo que éstos presentan un incremento significativo en sus tasas de mercurio. Las aguas superficiales provenientes de este tipo de actividad pueden contener concentraciones de mercurio hasta 500 veces superiores al valor promedio mundial (Maurice-Bourgoin 2001).
- El chaqueo y en el caso particular de Bolivia, los modos de cultivo actuales sobre pendientes elevadas sin terrazas, se constituyen también en una de las principales causas del incremento de la contaminación por mercurio.

En la mayoría de los estudios (Alanoca 2001, Maurice-Bourgoin y Quiroga 2002, López 2005, Pouilly *et al.* 2008) el mercurio en la amazonía boliviana parece encontrarse dentro de los límites establecidos por instituciones como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO); sin embargo el delicado equilibrio del ciclo del mercurio, que en la amazonía boliviana se encuentra sujeto a crecientes

amenazas pueden cambiar las tasas de bioacumulación y biomagnificación de los organismos, constituyéndose en un factor de interés prioritario, ya que no sólo los ecosistemas acuáticos se encuentran en riesgo sino también las poblaciones humanas que habitan en la región.

### 3. Sensibilidad al mercurio del Norte Amazónico boliviano

El Norte Amazónico boliviano y la llanura del Beni corresponden a una de las mayores zonas de inundación de la cuenca Amazónica (Figura I.1), cuya extensión no está todavía bien estimada y puede variar según los autores de 78 000 km<sup>2</sup> hasta 150 000 km<sup>2</sup>. Aunque la mayor parte de las zonas de inundación de esta región se extienden a lo largo de los ríos (sistema de Várzea), la llanura de inundación del Beni abarca una gran área entre los ríos Beni, Mamoré e Iténez y está desconectada del resto de la Amazonía y su vertedero.

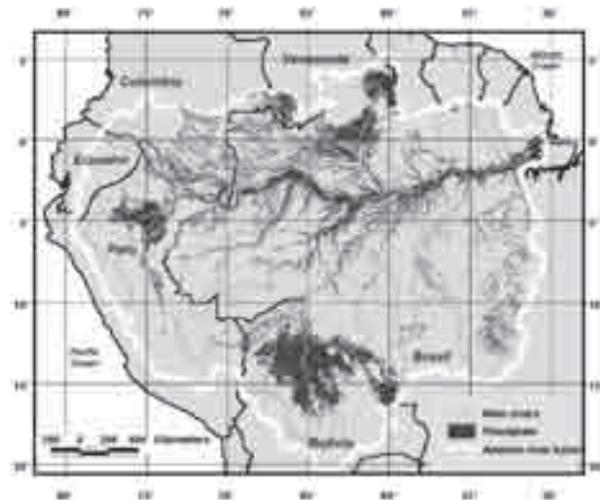


Figura 2. Llanuras de inundación en la cuenca Amazónica.

Fuente: JM Martínez (IRD).

El mercurio liberado desde las áreas auríferas y la cuenca andina y subandina por las actividades antrópicas, transita por el agua junto con los sedimentos y se deposita en las zonas de menor corriente en el río mismo o durante las inundaciones en las lagunas adyacentes al río. Las llanuras de inundación naturales así como las represas favorecen varios procesos naturales, en especial la descomposición de la materia

orgánica y producción de plantas acuáticas<sup>8</sup>, que aumentan la tasa de metilación (Guimarães 2001) y en consecuencia las concentraciones en metil-mercurio de los organismos acuáticos. En el caso de las represas este fenómeno es particularmente fuerte durante los primeros años siguiendo la inundación del embalse y a largo plazo depende de la cantidad de mercurio que llega al embalse (en particular procedente del río y por ende de las actividades antrópicas que se llevan a cabo en la parte subandina).

Los dos factores: 1) tasas de ingreso y de sedimentación de mercurio, 2) tasa de transformación de este mercurio en metil-mercurio, explican por qué las zonas bajas de los ríos y en especial en las llanuras de inundación deben ser consideradas como zonas muy sensibles a la contaminación por el mercurio. Una evaluación de la magnitud potencial de la contaminación por mercurio necesitaría una estimación de estos factores, además de una estimación de la contaminación actual de elementos claves de la cadena trófica como ser los peces. Existen datos parciales en la región amazónica pero que no son suficientes como para hacer una evaluación global, pero si para dar la medida de la sensibilidad de la región del Norte Amazónico boliviano al riesgo de contaminación por el mercurio.

Entre los grandes ríos de la Amazonía boliviana, el río Beni es el que presenta la mayor carga sedimentaria (datos IRD/Hybam, Figura 3).

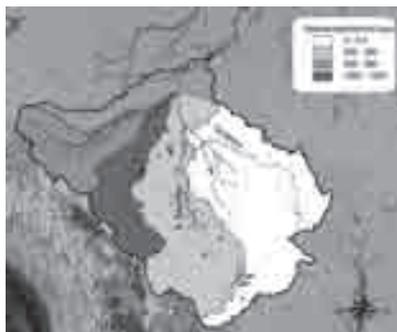


Figura 3 : Carga sedimentaria de los grandes ríos de la Amazonia boliviana. Fuente J. Molina / IRD-Hybam.

8 - Descomposición de la materia orgánica, sobre todo si los constructores no cortaron la vegetación antes de inundar la zona, y el consumo del oxígeno llevando una parte del embalse en condiciones hipóxicas y/o anóxicas. Las fuertes condiciones reductoras favorecen la liberación del Hg de los suelos y sedimentos de fondo, y su metilación bacteriana.

- Producción de plantas (macrófitas) acuáticas. Se han medido altas tasas de metilación en las raíces adventivas (Guimarães et al. 1998), hasta 30 veces superiores a las medidas en los sedimentos de fondo.

Los aportes totales de mercurio en el río Beni están estimados entre 14 a 30 toneladas por año (datos IRD-Hybam). De forma general el ingreso de mercurio está en relación directa con el volumen de agua y entonces probablemente de sedimento que circula por el río (Maurice-Bourgoin 2001; Figura 4). En este río se estimó que 80 a 88% del mercurio es exportado en época de lluvia, y las inundaciones permiten que este agua y mercurio puedan llegar hasta lagunas adyacentes al río.

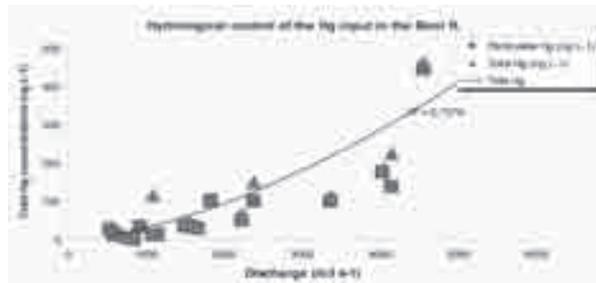
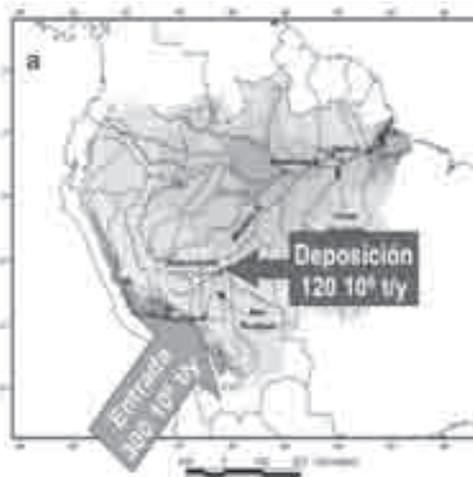


Figura 4. Control hidrológico de las concentraciones en Hg total (ng/L) en las aguas de superficie del río Beni (Maurice-Bourgoin 2001).

El balance entre ingreso y sedimentación de los sedimentos (sólidos suspendidos transportado por el agua) y de mercurio inorgánico demuestran que actualmente en el río Beni, 40% del sedimento (Figura 5a) y 22,5% del mercurio (Figura 5b) está retenido por la llanura de inundación (datos IRD-Hybam, no publicado). Por lo tanto, la construcción de represas en el borde de la llanura de inundación incrementará estos porcentajes de retención. Es necesario un análisis y una modelación hidráulica incluyendo los sedimentos para evaluar el impacto de las diferentes represas sobre las tasas de sedimentación.



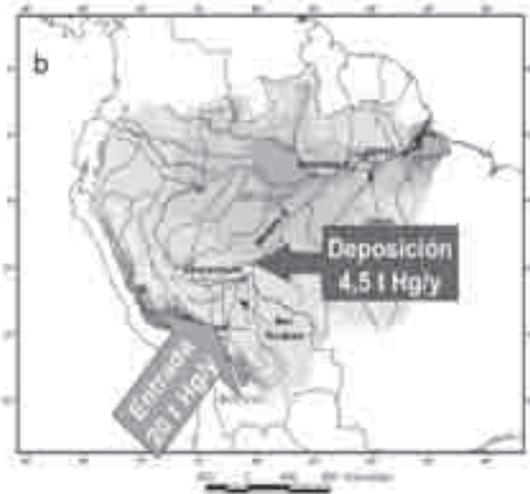


Figura 5- Balanceo de sedimentos(a) y de mercurio (b) en el río Beni. Fuente: IRD/Hybam

A largo plazo, esa situación no es constante por lo que, como mencionamos anteriormente, la cantidad de mercurio transportada por el río depende del nivel natural de mercurio en los suelos de las partes altas de la cuenca, de la tasa de erosión natural, de la tasa de erosión generada por las actividades antrópicas y de un eventual aporte en mercurio exógeno como por ejemplo la minería de oro. La evolución durante cien años de las concentraciones de mercurio en los sedimentos de los ríos Mamoré y Beni demuestra que existe un incremento de estos valores desde los años 1970-1980 (Maurice-Bourgoin *et al.* 2004, Figura 6). Esa evolución se puede explicar por la intensificación de las actividades antrópicas y entonces es probable que la tendencia observada siga incrementando en las próximas décadas, aumentando los riesgos de una contaminación por mercurio en la región.

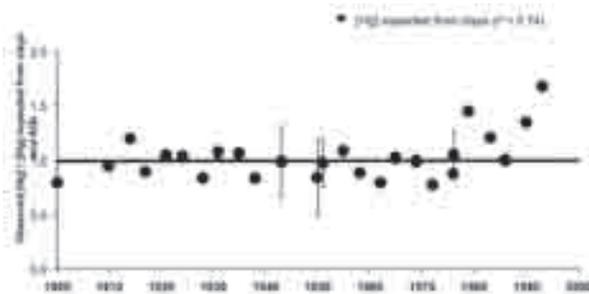
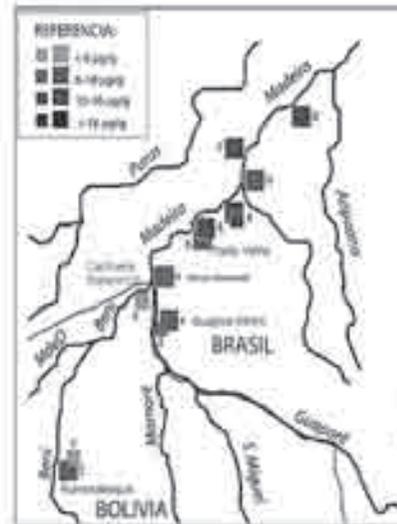


Figura 6. Evolución temporal (1900-2000) de las concentraciones de mercurio en el río Beni. Los valores corresponden a los valores observados divididos por los valores esperados en relación a la cantidad de arcilla contenido en testigos de sedimentos de los ríos Mamoré y Beni (Maurice-Bourgoin *et al.* 2004).

En Bolivia no se han reportado casos de intoxicación humana por mercurio que hayan causado la muerte de los individuos; sin embargo existen cuatro estudios de las concentraciones de mercurio en humanos de la zona de los cuales 3 presentan niveles que sin sobrepasar el nivel de toxicidad reconocido internacionalmente ( $10 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , valores OMS) se acercan de este valor (Barberi 2006, Figura 7). En el río Beni se han identificado varios grupos de riesgo: pescadores, principalmente hombres, indígenas y niños (Maurice-Bourgoin *et al.* 2000). Sin embargo, las mujeres en edad reproductiva no han sido identificadas como grupo crítico y tienen una importancia crucial debido a la transferencia intrauterina del mercurio.

Mapa 3. Estudios realizados en la cuenca del río Maderá.



a. Carlinha Eggenstein 2001 (al presente inédito); b. Maurice-Bourgoin *et al.* 2000; c. Santos *et al.* 2003; d. Santos *et al.* 2003; e. Barberi *et al.* 2006; f. Mader *et al.* 1997; g. Bruchin *et al.* 1993; h. Santos *et al.* 2003.

Figura 7. Concentraciones de mercurio observados en los cabellos de pobladores ribereños de la cuenca del río Madera (Barberi 2006).

#### 4. Sensibilidad al mercurio y represas

La sinergia entre un aumento de los aportes de mercurio debido al incremento de las actividades humanas en las cuencas altas y en la llanura, la retención del mercurio por los embalses y el aumento de condiciones ambientales favorables a la metilación del mercurio genera un entorno propicio y sensible para una potencial contaminación que tendría repercusiones hasta la población humana, muy expuesta a tal riesgo

ya que el pescado es una de sus principales fuentes de alimentación. Cabe recalcar también que la vulnerabilidad de la salud de las poblaciones en general, a raíz de otros riesgos potenciales debido al aumento de las superficies de inundación, como por ejemplo el paludismo, la fiebre amarilla o la dengue, aumenta su sensibilidad a la intoxicación por el mercurio.

La contaminación por mercurio es uno de los impactos de riesgo de las represas sudamericanas. Se han reportado incrementos en las concentraciones de mercurio en los peces en las represas de Samuel (Fearnside 2004), Tucuruí (Porvari 1995) y Petit Sault (Boudou 1995). En esa última se estimó que los peces del embalse contienen diez veces más mercurio que los peces de las mismas especies en los ríos arriba del embalse (Boudou 1995). No hay ningún reporte de evolución de las condiciones ambientales después de la construcción de una represa que indique un mejoramiento de la situación del mercurio. Además, en el caso de la contaminación por mercurio, no existen actualmente soluciones técnicas de mitigación sencillas que pueden ser utilizadas a gran escala (Wang *et al.* 2004). La mitigación pasiva, esperar que la contaminación disminuya por sí misma, puede ser muy lenta e implica un corte del aporte en mercurio, que en el caso de la situación de la Amazonía boliviana es poco probable. Por lo tanto, el riesgo de pasar de una situación sensible a crítica en el Norte Amazonico boliviano no debe ser subestimado e implica un estudio preliminar y una evaluación ambiental profunda.

### Agradecimientos

Este trabajo fue desarrollado en el marco del convenio IRD-WWFKN96 "Escenarios de impactos geoquímicos y ecológicos consecuentes a los cambios hidrológicos en la cuenca alta del río Madera".

### 5. Bibliografía

- Alacona, L.C. 2001. Estudio de la contaminación por mercurio desechado por las actividades auríferas en la cuenca del río Beni desde las cabeceras andinas hasta Rurrenabaque. Tesis de licenciatura en química. Universidad Mayor de San Andrés. pp. 23-30
- Barberi F. 2006. Exposición al mercurio en una población del Bajo río Beni, temporada seca 2005. Tesis Maestría en salud pública. UMSA La Paz, Bolivia, 82p.
- Barbosa, A.C.; J. De Souza, J.G. Dórea, W.F. Jardim y P.S. Fadini. 2003. Mercury biomagnification in tropical black water, Rio Negro, Brazil. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 45: 235-246
- Batista, J., M. Schuhmacher, J. L. Domingo and J. Corbella. 1996. mercury in hair for a child population from Tarragona Province, Spain. Science Total Environ. 193(2): 143-148
- Boudou A., Maury-Brachet R., Coquey M., Durriex G., Cossa D. 2005. Synergic effect of goldmining and damming on mercury contamination in fish. Environmental Science & Technology 39, 2448-2454.
- Canno S.E. 2001. Toxicología del mercurio, actuaciones preventivas en sanidad ambiental y laboral: 1-66.
- Dorea, J.G.; A.C. Barbosa y G.S Silva. 2006. Fish mercury bioaccumulation as a function of feeding behavior and hydrological cycles of the Rio Negro, Amazon. Comparative Biochemistry and Physiology. Part C (142): 275-283
- FAO - OMS. 2007. Codex alimentarius commission. Agenda item 5b. <ftp://ftp.fao.org/es/esn/jecfa/jecfa61sc.pdf>
- Farella, N.; M. Lucotte, R. Davidson y S. Daigle. 2006. Mercury release from deforested soils triggered by base cations enrichment. The Science of the Total Environment. 368: 19-29
- Fearnside, P.M. 2004. Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams: Controversies provided a springboard for rethinking a supposedly clean energy source, Editorial Comment. Climatic Change. 66: 1-8
- Fréry, N.; R. Maury-Brachet, E. Maillot, M. Deheeger, B. De Mérona y A. Boudou. 2001. Gold-mining activities and mercury contamination of native Amerindian communities in French Guiana: Key role of fish in dietary uptake. Environmental Health Perspectives. 109 (5): 449-453
- Garcia, S.F. 2000. Monitorización de metales de interés medioambiental en la población de tarragona. Niveles en tejidos de autopsia. Tesis presentada para optar por el título

- de doctor en Medicina y Cirugía. Universitat rovirà i virgili. Itàlia. pp. 20-22
- Guimaraes, J.R.D. 2001. Les processus de méthylation du mercure en milieux amazonien. In: Le mercure en Amazonie: Rôle de l'homme et de l'environnement, risques sanitaires. Ed: Carmouze, J.P.; M. Lucotte y A. Boudou. IRD éditions. Paris. Francia. pp. 273-298
- Hylander, L.D.; F.N. Pinto, J.R.D. Guimaraes, M. Meili, L.J. Oliveira y E. de C. e Silva. 2000. Fish mercury concentration in the Alto Pantanal, Brazil: influence of season of and water parameters. *The Science of Total Environment*. 261: 9-20
- López, E.I.S. 2005. Bioacumulación y biomagnificación de mercurio en diferentes poblaciones de peces en la amazonía boliviana. Tesis para obtener el grado de Magister of Scientiae en Ecología y Conservación. Universidad Mayor de San Andrés. pp.: 85-89
- Malm, O.; F.J.P. Branches, H. Akagi, M.B. Castro, W.C Pfeiffer, M. Harada, W.R. Bastos y H. Kato. 1995. Mercury and methylmercury in fish and human hair from the Tapajós River basin, Brazil. *The Science of the Total Environment*. 175: 141-150
- Meili, M 1991. Mercury in boreal forested lake ecosystems. *Acta University Ups. Comprehensive summaries of Uppsala dissertations from the faculty of science* 336. pp. 36
- Millan, R., S.T.F. Fritz, M.J.H. Sierra, E.J. Moreno, J.O. Peñaloza, R.G. Gamarra y E.E. Fernández. 2007. Rehabilitación de suelos contaminados con mercurio: estrategias aplicables en la zona minera de Almadén. *Ecosistemas*. 16(2): 56-66
- Morel, F.M.M.; A.M.L. Kraepiel y M. Amyot. 1998. The chemical cycle and bioaccumulation of mercury. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 29: 543-566.
- Maurice-Bourgoin, L.; I. Quiroga, J. Chincheros y P. Coureau. 2000. Mercury distribution in waters and fish of the upper Madeira rivers and mercury exposure in riparian Amazon populations. *The Science of the Total Environment*. 260: 73-86
- Maurice-Bourgoin, L. 2001. El mercurio en la Amazonía boliviana – Síntesis del conocimiento sobre la distribución del mercurio en las aguas, los sedimentos y los peces – Impacto sobre la salud humana. IRD Publications. 80 p.
- Maurice Bourgoin L. e I. Quiroga. 2002. Total mercury distribution and importance of the biomagnification process in rivers of the Bolivian Amazon. *The Ecohydrology of South American Rivers and Wetlands*. 6: 49-67.
- Maurice-Bourgoin, L.; R. Aalto; I. Réault y J.L. Guyot. 2004. Use of <sup>210</sup>Pb geochronology to explore the Century-scale Mercury contamination history and the importance of floodplain accumulation in andean tributaries of Amazon river. IV South American Symposium on Isotope Geology.: 449-452. <http://www.brasil.ird.fr/sympoIsotope/Papers/ST4/ST4-13-Maurice.pdf>.
- National Council Research (NCR) 2000. Toxicological Effects of methylmercury. Washington.
- OMS. 1991. Methylmercury. Environmental health Criteria 101. Organización Mundial de la Salud. Geneva
- Pérez R.T. 2008. Bioacumulación y Biomagnificación del Mercurio en peces de la cuenca Iténez (Bolivia). Tesis para obtener el grado de magister en Ciencias Ambientales. Cochabamba, Bolivia. pp. 90
- Pellizzari, E.D., R. Fernando, G.M. Cramer, G.M. Meaburn, and K. Baugeter. 1999. Analysis of mercury in hair of EPA region V population. *Journal Expo. Anal Environmental Epidemiology*. 9(5): 393-401.
- Piatone P.; J. Mehu; L. Chateau; F. Leray; J. Domas; P. Silvestre; F. Bodenán. 2002. Les résidus de procédés thermiques, une filière de valorisation à pérenniser = Thermal process waste valorization. *Environnement & technique*. 221 : 55-58
- Pinheiro M.C.N., Müller R.C.S., Sarkis J.E., Vieira J.L.F., Oikawa T., Gomes M.S.V., Guimaraes G.A., do Nascimento J.L.M. y Silveira L.C.L. 2005. Mercury and selenium concentrations in hair samples of women in fertile age from Amazon riverside communities
- Porvari, P. 1995. Mercury levels of fish in Tucuruí hydroelectric reservoir and in the River Mojú in Amazonian, in the state of Pará, Brazil. *The Science of the Total Environment*. 175: 109-117
- Pouilly M., T. Pérez, A. Ovando, F. Guzmán, J.L. Duprey & P. Paco 2008. Diagnóstico de la contaminación por el mercurio en la cuenca Iténez. Informe IRD-WWF, La Paz, Bolivia. pp. 50-77
- Roulet, M.; M. Lucotte; R. Canuel; I. Reheault; S. Tran, Y.G. De Freitas Gog; N. Ferella; R. Souza do Vale; C.J. Sousa Passos; E. De J. da Silva, D. Mergler y M. Amorim. 1998. Distribution and partition of total mercury in waters of the Tapajós river basin, Brazilian Amazon. *The Science of the Total Environment*. 223: 203-211
- Roulet, M.; M. Lucotte, J.R.D. Guimaraes I. Reheault. 2000. Methylmercury in water, seston, and epiphyton of an Amazonian river and its floodplain, Tapajós River, Brazil. *The Science of the Total Environment*. 261: 43-59
- Roulet, M. 2001. Le mercure: son cycle biogéochimique et sa répartition aux échelles planétaire et amazonienne. In: Le mercure en Amazonie: Rôle de l'homme et de l'environnement, risques sanitaires. Ed: Carmouze, J.P.; M. Lucotte y A. Boudou. IRD éditions. Paris. Francia. pp. 81-120

Sepúlveda G.L.E.; G.L.M. Agudo y C.A.I. Arangenas. 2006.  
El mercurio, sus aplicaciones en la salud y en el ambiente.  
[http://lunazul.ucaldas.edu.co/index2.php?option=com\\_content&task=view&id=237&I](http://lunazul.ucaldas.edu.co/index2.php?option=com_content&task=view&id=237&I)

US EPA. 2001. Water Quality Criterion for the Protection of Human Health: Methylmercury. Chapter 4: Risk Assessment for Methylmercury. Office of Sciences and Technology, Office of Water, Washington, DC.

Wang Q, Kim D., Dionysiou D.D., Sorial G.A. & Timberlake D. 2004. Sources and remediation for mercury contamination in aquatic systems- a literature review. Environmental pollution 131: 323-336.



# Inundaciones y el peligro de la fiebre hemorrágica en Bolivia

Andrzej Szwagrzak<sup>1</sup>

## Resumen

Los cambios ambientales como el calentamiento global, deforestación, cambios de ecosistemas y las presiones económicas provocan alteraciones en el ámbito humano.

El propósito de la presente evaluación es para indicar las características de una enfermedad y la dinámica de los impactos ambientales que pueden propagarla. Se trata sobre un virus que está presente "...como bomba de tiempo" (Szwagrzak, 1994), y que no tiene vacuna ni remedio alguno.

El portador de virus Machupo, el ratón *C. callosus* está presente en el trópico boliviano y puede expandirse más aún debido a las inundaciones y la construcción de hidroempresas. El otro virus (y otros ratones?) aparecen como amenazas potenciales en el territorio nacional. Tanto el virus como su portador, pueden cambiar sus características genéticas desarrollando variaciones que infectarán a otras especies *Calosus* (de distribución amplia) y en agentes más peligrosos.



<sup>1</sup> Docente de la Universidad Tecnológica de Bolivia, experto internacional en ecología teórica y aplicada.

## 1. Introducción

La fiebre hemorrágica boliviana (FHB) se identificó por primera vez en 1959 como una enfermedad hemorrágica esporádica en zonas rurales del Departamento del Beni, Bolivia. Los pacientes con FHB fueron diagnosticados en ese año y posteriormente en 1962. La FHB fue reconocida como una nueva epidemia de enfermedades infecciosas. En 1963 en la población de San Joaquín, Beni (Bolivia) el virus Machupo<sup>2</sup> (un miembro de la familia Arenaviridae) fue aislado de los pacientes con fiebre hemorrágica aguda (Jonson et al. 1966, Justines y Jonson 1969).

Aunque la dosis infecciosa de Machupo virus en humanos es desconocida, las personas expuestas pueden llegar a ser infectadas por el virus por la inhalación de aerosol en una nave en las secreciones o excreciones de roedores infectados, al comer alimentos contaminados con excretas de roedores o por contacto directo con las excretas de abrasión de la piel o las membranas de la mucosa orofaríngea. Existen informes que la transmisión infecciosa de persona a persona es poco frecuente, sin embargo, se presentó un caso por contacto entre un paciente del hospital (lugar a propagación del virus Machupo) a la enfermería y al personal de laboratorio de patología.

En 1994, la mortal infección secundaria en seis miembros de una familia en Magdalena, es una sola infección adquirida naturalmente por la que sugirió la posibilidad de que surgió transmisión de una persona a otra (Kilgore et al. 1995,). Tras investigaciones se estableció que el roedor *Calomys callosus*, es transmisor y reservorio de virus Machupo en el noreste de Bolivia

<sup>2</sup> [http://pedia/Machupo\\_virus](http://pedia/Machupo_virus)

(Johnson et al., 1966, Borio et al. 2002), zona donde ocurren bruscos cambios climáticos y biológicos.

Tales conocimientos obligan a poner más atención en la enfermedad, los portadores y el estado del medio ambiente.

## 2. Nueva cepa del virus

El virus Machupo pertenece a la familia de arenavirus, denominado así por contener un número variable de gránulos opacos. En el mismo grupo y con efectos similares se encuentran el Virus Junín (Argentina), Virus de Lassa (África), Virus de Margungo (Alemania) y Virus de Texas (EE.UU.). Desde 2003 se sospecha de la existencia de nuevas clases de agentes arenavirus en el trópico de Bolivia.

El virus de la familia Arenaviridae consta de un solo género. Dentro de este género la mayoría de los virus se dividen en dos diferentes clados: el Viejo Mundo Arenavirus y el Nuevo Mundo Arenavirus (también conocido como el complejo Tacaribe). Las diferencias entre los dos grupos se han establecido a través del uso de ensayos serológicos. Además, para Nuevo Mundo los virus se han agrupado aún más concretamente en tres linajes antigénicos sobre la base de datos: dos que son patógenos en los seres humanos: A y B, y el tercero que no es patógeno para seres humanos: C. La siguiente es una lista de linajes de referencia, sólo aquellos que son los Arenavirus patógenos en seres humanos, aunque se debe tener en cuenta que cada linaje contiene algunos virus que no son patógenos. Tacaribe linaje complejo B consta de Junín, Guarano, Sabiá, y Machupo virus, que parecen producir síntomas similares a los seres humanos, a pesar de que son genéticamente distintas entre sí. La altamente patógena universalmente distribuida característica con este linaje de virus radiational sugiere una evolución de un antepasado común. Tacaribe un linaje complejo que se compone de Agua Blanca Arroyo y Pirital virus, que también son antihigiénicamente similares. Sin embargo, estos clados y linajes son maleables y están sujetos a cambios con nuevas informaciones genéticas. A través de los análisis cada vez más específicos de arenavirus material genético y proteínas, los investigadores están obteniendo una imagen más clara de la evolución de los Arenavirus (Dyal y Fohner, 2005).



Distribución de los Arenavirus en Bolivia (Delgado et al. 2008).

### 2.1. Nueva versión (?)

Un campesino de 22 años de edad, que vivía en Samuzabeti, 35 Km noreste de Villa Tunari, presentó signos de infección de la fiebre. Inicialmente se sospechó de dengue o fiebre amarilla. Como antecedente se vio que el varón no viajó a la zona endémica de la fiebre hemorrágica, además las primeras pruebas clínicas RT-PCR, no confirmaron la presencia del virus Machupo. A mediados de enero de 2004, el paciente falleció tras 14 días de tratamiento. Un equipo internacional logró aislar e investigar detalladamente al virus causante, con el siguiente resultado: el virus pertenece al mismo grupo que el virus Machupo, sin embargo presenta ciertas similitudes con el virus Sabiá (de Sao Paulo, Brasil). El llamado virus de Chapare, confirmado por el Centro de Control de Enfermedades de Atlanta (CDC-EE.UU.) fue incluido como una nueva amenaza para Bolivia (Delgado et al. 2008).

El análisis phylogenética de los segmentos completos S y el L RNA presentada por los autores en la ilustración 2 (p. 5), demuestra sorprendentes similitudes entre todas las cepas de los arenavirus de Nuevo Mundo.

Por otro lado, estos clados y linajes son maleables y están sujetos a cambios mientras nueva información genética esté disponible. Por ejemplo, el análisis de secuencias de la glicoproteína sugieren que dos Arenavirus de Nuevo Mundo: Pichinde y Oliveros, son más similares a los Arenavirus de Viejo Mundo como a sus homólogos de Nuevo Mundo<sup>3</sup>. Sobre los diferentes comportamientos del virus Machupo en condiciones de laboratorio, cultivos de células y reacciones en los animales se comentaba desde su descubrimiento (Webb, 1965).

No queda claro si la aparición de nuevas clases de virus se debe a investigaciones más avanzadas y minuciosas que permiten descubrir los virus desconocidos anteriormente o es resultado de constantes mutaciones de los agentes antiguos (Archer, Rico-Hesse, 2002, Flanagan et al. 2008). Debido a la construcción simple de los arenavirus, esta última posibilidad es muy probable.

Adicionalmente las medidas tradicionales de control de los micromammalia que son raticidas, pueden aumentar el riesgo de las mutaciones del virus. Según últimos estudios, los componentes de plaguicidas como por ejemplo: floridos pueden resultar mutagenéticos (Smith 1988 y otros). Hasta se puede manipular y aumentar agresividad de los virus hasta para convertirlos en armas biológicas (JAMA, 2002).

La mortalidad causada por el virus Machupo se calcula en 20 a 30 % de pacientes infectados (Kilgore et al.1995, OIE 2004, Stinebaugh et al 1966)<sup>4</sup>. Posiblemente con solo en esta base, se calcula que el virus Chapare puede tener el similar porcentaje (20%) de resultados fatales<sup>3</sup>.

### 3. Los Calomys como portadores

Desde los años 60 se llevan registros de personas que adquieren la FHB y los análisis de laboratorio siempre dieron como origen el virus "Machupo" transmitido por el ratón Calomis callosus o de cola corta. Es un roedor (Muridae, Rodentia, Mammalia) común con una distribución regional desde el este y sudoeste del Brasil, Bolivia, Paraguay y norte de Argentina, siendo común en lugares abiertos.

El ratón se distribuye en Bolivia ampliamente desde tierras bajas hasta 2.050 m.s.n.m. (Anderson, 1997). La información sobre su hábitat, hábito, comportamiento o alimentación es escasa (Anderson, 1997); sin embargo, su amplia distribución indica que es una especie generalista de hábitat.



Fuente: [www.eldeber.com.bo](http://www.eldeber.com.bo)

Los Calomys contraen la enfermedad siendo recién nacidos y ya en la época de lactancia se vuelven portadores del virus durante toda su vida por la orina y la saliva; en su sangre hay una viremia permanente sin provocar mayores molestias a estos.

No toda la población silvestre de esta especie está infectada por el virus.

La zona endemológica se encuentra situada en el Departamento del Beni, en una altitud de 500 m.s.n.m. y con un grado higroscópico oscilante entre 75 a 80%, perteneciente a los llanos mesotérmicos de Bolivia, con una temperatura entre 25 a 35 grados centígrados. En la misma área pueden coexistir especímenes contaminados (portadores del virus) y animales sanos<sup>5</sup>. Incluso solo 50% de los ratones *C. callosus* infectados experimentalmente fue contaminada crónicamente y mostraba presencia de virus en sus tejidos, sangre, saliva, excreciones y secreciones (Johnson et al. 1965).

Ciertos cambios cualitativos en el ambiente pueden cambiar drásticamente la fábica de las especies y sus agregaciones ecológicas (BMU 1995, Szwagrzak 2007-2008 y otros). En el caso de ratones *Calomys callosus* la causa de sus gradaciones siempre estuvo vinculada

3 Compare también Bulletin of the Panamerican Health Office 1965;58:93-104.

4 <http://www.stanford.edu/group/virus/rhabdo/2000/Machupo.html>

5 En las provincias Cercado y Marbán no existen *Callomis Callosus* infectados. 12/4/2006.La Palabra del Beni

con la presión (o más bien falta) de rapaces y felinos silvestres en particular (Hutter et al. 1989, Szwagrzak, 1994, 2008, Villegas, 2000 y otros). Esto condujo incluso al gobierno, dictar las prohibiciones de la caza de felinos (D.S. No. 8063 de 16/08/1967 y D.S. No. 8367 de 05/06/1968) y el traslado masivo de los gatos domésticos a la zona afectada (Szwagrzak, 1994).

Villegas Romay (2000, p. 82) indica los siguientes factores para las gradaciones de la especie:

- La caza indiscriminada de felinos que se produjo en los años 60, la que tuvo como consecuencia la multiplicación acelerada de roedores, simultáneamente al crecimiento de maleza en las proximidades domiciliarias que coadyuvó a su convivencia.
- Inundaciones que se producen en época de lluvias, difíciles de controlar.
- Quema de pastizales que realizan los ganaderos en la zona afectada, que aparte de contaminar el ambiente, provocan el éxodo de los roedores hacia las viviendas, incrementando el factor de riesgo de transmitir la FHB a los pobladores de aquellas.



Letrina domiciliaria inundada.

En el caso del virus de Chapare, los autores de la investigación no están seguros si en este caso la especie *Calomys callosus* fue el transmisor (Delgado et al. 2008, R. Barrientos - inf. personal). Se conoce también, que el virus de Junin (Argentina) perteneciente al mismo grupo de arena virus, está proliferándose a través de *Calomys musculinus* (Radoshitzky et al. 2008). Por lo tanto, vale la pena analizar la situación de todo este género.

A parte de la laucha grande, *C. callosus*, Anderson (1997) indica para Bolivia otras cinco especies del mismo grupo (*C. venustus*, laucha, tener, *musculus* y *lepidus*). En base de secuencias completas de citocroma b, se indican también *Calomys fecundus* (Salazar-Bravo, et al. 2001) que hasta hace poco fue considerado como sinónimo científico para *C. venustus* (Anderson, 1997, p. 453). La investigación genética y la revisión realizada por el equipo de la Universidad de Nuevo México, permite también establecer filogénesis y similitudes entre las especies. Resulta sorprendente, que según los análisis del DNA mitochondrial la mayoría de estas especies son relativamente jóvenes (< 4 mln años) y algunos, como por ejemplo *C. innom* y *C. fecundus*, aparentemente se encuentran recién en el proceso de formación (Salazar-Bravo, 2001, p. 180, ilustración 4).

Las siete especies de *Calomys* presentes en Bolivia ocupan en su conjunto todo el territorio nacional incluyendo las zonas templadas y montañas, como es el caso extremo de la laucha andina (*C. lepidus ducillus*) confirmada en la Reserva de Ulla Ulla (Anderson, 1997, p. 451). La misma ocurre además en asentamientos humanos en las orillas del lago Titicaca y en la misma ciudad de La Paz.

Debido a la amplia distribución de varias especies emparentadas, similares genética- y serologicamente, se puede temer que los arenavirus encuentran formas de aprovecharlos en el futuro como transmisores.

#### 4. Inundaciones en el Beni

Las inundaciones de tierras bajas de Bolivia se repiten regularmente en la época de lluvias. Registros sobre inundaciones extremas existen desde unos 200 años y fueron resumidos por el Dr. Hanagarth (1993).

Este autor indica (1993) como las más importantes a las de 1799, 1801, 1853, 1886, 1895, 1928, 1929, 1930, 1942, 1947, 1959, 1969, 1978, 1982, 1992, 1993. Las inundaciones extremas de los años 1929, 1930, 1969, 1976, 1982 y 1992 coinciden con las apariciones del fenómeno "El Niño". Se observa que las inundaciones se vuelven cada vez más frecuentes y prolongadas. No siempre la explicación se logra a través de los fenómenos "El Niño" o "La Niña".

Los análisis de las precipitaciones en el año 2007,

demuestra que estaban dentro del promedio normal, sin embargo, la superficie afectada fue excepcionalmente grande y las aguas se mantuvieron durante mucho tiempo lo que causó numerosas pérdidas agrícolas y ganaderas (Szwagrzak, 2007-2008, Szwagrzak en prep.).

Las inundaciones del año en curso fueron extremadamente fuertes. En una exposición generalizada se puede apreciar las enormes áreas de los ríos Mamoré e Itenez (NASA, 16 de marzo de 2008) afectadas. En comparación con la misma zona (toma de 31 de octubre de 2007, NASA, 2008<sup>6</sup>) y de años anteriores, demuestra un aumento creciente de la superficie afectada.

Según el monitoreo de Landsat, el río Mamoré al sur de Trinidad, cambió considerablemente su cauce solo en el periodo 1990 – 2003. El análisis de las imágenes de la Estación Espacial Internacional da un estiramiento de 55-Km. (centro en 15.2°S, 66°W), enderezado su curso por el atajo del meandro; al norte, el curso se ha puesto más sinuoso, incluso se formaron dos nuevos lagos (ISS007-E-10797, 2003). Las inundaciones causaron cuantiosos daños como lo refleja la estadística proporcionada por el Ministerio de Defensa (2008).

ATENCIÓN DE FAMILIAS DAMNIFICADAS FENOMENO DE LA NIÑA 2007-2008			
DPTO.	FLIAS. AFECTADAS	FLIAS. DAMNIFICADAS	TOTAL ALIMENTOS Y VITUALLAS DISTRIBUIDOS EN TON.
		ATENDIDAS	
La Paz	33.369	13.696	272,61
Oruro	4.960	3.690	107,55
Potosí	10.778	7.188	173,01
Cochabamba	19.215	19.210	886,96
Chuquisaca	11.484	6.419	118,6
Tarija	3.299	1.358	29,32
Santa Cruz	22.886	11.645	2636,57
Beni	23.773	9.409	2303,44
Pando	1.153	781	7,46
<b>TOTAL</b>	<b>130.917</b>	<b>73.396</b>	<b>6.535,52</b>

Una Comisión Interinstitucional de la Dirección General de Medio Ambiente y las autoridades

6 <http://www.esajournals.org>, compare también United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs. (2008, March 14). Bolivia: Floods OCHA Situation Report No. 14. Published on Relief Web. Accessed March 17, 2008. NASA images courtesy the MODIS Rapid Response Team at NASA GSFC. Caption by Holli Riebeek.

prefecturales que visitaba el área constata que en todos los sitios visitados el agua se incrementó en 1 metro por encima de los niveles registrados en 2006-2007. Durante los primeros días de inundación se observó una mortandad importante de peces de diferentes especies principalmente peces carnívoros. En las islas (lomas) se concentraban grandes cantidades de ciervos, antas, tatus, osos hormigueros, monos, chanchos de monte, avestruces y otros. Hasta los animales anfibios como las tortugas peta buscaban refugio en estos lugares (MDRAyMA, 2008).

El impacto de las inundaciones en el año en curso fue excepcional. La ciudad de Trinidad, capital del Departamento de Beni, cerca del Amazonas, es la más afectada, y se la declaró “zona de desastre”<sup>7</sup>.

La interpretación de estos datos es compleja. Las causas abióticas se combinan con la deforestación (sobre todo de yungas), donde se puede mencionar la mala preparación de diques y destrucción del antiguo sistema de canales en el Beni (Szwagrzak, 2007-2008). El sistema de dichos canales, diques, terraplenes y lagunas fueron construidas por la extraordinaria civilización que logro hace más de 2.000 años controlar y manejar los flujos de agua. Se descubrieron huellas de varios de estos canales de hasta 12 Km de largo y de 2 a 7 m. de ancho. Algunos fueron navegables hasta los principios del siglo XX (Nordenskiöld, 1913). Lamentablemente, la colonia y el progreso actual nos han quitado beneficios de este sistema de regulación (Hanagarth & Szwagrzak, 1998).

En la región del Beni, sus ríos y arroyos con riberas con diques aparecen como redes de corrientes de agua en proceso de envejecimiento. Muchos no poseen meandros muy desarrollados, pero otros más grandes pueden formar brechas o rupturas y rara vez forman lagos de circulación, en cambio, las redes hidrológicas recientes consisten en ríos y arroyos meandritos de varios metros de profundidad. La carga de las corrientes, la cantidad de sedimentos, etc., depende de la velocidad de la corriente y la topografía del terreno (Hanagarth, 1993, Hanagarth & Szwagrzak, 1998, Thieme et al.

7 [http://news.bbc.co.uk/low/spanish/latin\\_america/news-id\\_7242000/7242026.stm](http://news.bbc.co.uk/low/spanish/latin_america/news-id_7242000/7242026.stm)  
[http://www.elpais.com/articulo/internacional/elpepuint/20080214elpepiint\\_11/Tes](http://www.elpais.com/articulo/internacional/elpepuint/20080214elpepiint_11/Tes)  
[http://www.eluniversal.com/2008/02/13/int\\_art\\_decretan-desastre-na\\_710822.shtml](http://www.eluniversal.com/2008/02/13/int_art_decretan-desastre-na_710822.shtml)

2007). Existen numerosas investigaciones sobre detalles de este proceso en varias partes de la cuenca amazónica y en diversos periodos del tiempo. Entonces vale la pena utilizar una interpretación generalizada que fue proporcionada por el Prof. Reichholf (1991, p. 62) que indica la producción de biomasa vegetal como "...producción primaria en sentido ecológico..." que proporciona una carga de hasta 100 t./ha/año. Esta cantidad combinada con la carga de sedimentos abióticos significa un monto considerable en el movimiento de volúmenes arrastrados por las corrientes de agua. Esta a su vez depende de muchos factores externos, como el cambio climático incluido<sup>8</sup>. Incluso los cambios en las precipitaciones son directamente vinculados con los cambios de los glaciales y el flujo de agua en la Amazonía (Vizy y Cook, 2008).

#### 4.1. La construcción de represas e hidroempresas

El elemento físico de la hidrodinámica en la Amazonía es muy importante para la evaluación de los proyectos de cualquier intervención en estos sistemas. Debido a los motivos políticos, evaluaciones riesgosas y decisiones arbitrarias se sopesan posibilidades de orientar las políticas regionales de abastecimiento energético en el desarrollo de las empresas hídricas. Dicha estrategia fue condenada en muchos análisis por su impacto desastroso en el medio ambiente (Economist, 2007, Flores, 2008, FOBOMADE, 2006, Stone, 2008, Szwagrzak, 2007-2008 y otros). Entonces llama la atención el análisis proporcionado y ampliamente difundido por la Transportadora de Electricidad S.A. que pretende convencer sobre provechos de dichas empresas sin mencionar el contexto ambiental (TDE, s.f.).

El conjunto de la documentación proporcionada por IBAMA en el mes de agosto del año en curso, proporciona muchos datos puntuales, mapas, estadísticas e interpretaciones en portugués. Si bien el paquete se puede traducir e interpretar con el tiempo, la base de datos no permite evaluar de manera objetiva, calcular las superficies de las áreas afectadas en Bolivia (inundadas, partes de hábitat destruidas, abandonadas, golpeadas por enfermedades y miseria económica).

Se considera que la evaluación crítica documentada y dinámica (basada en la información actualizada) es la

única base para el monitoreo de los acondicionamientos, acciones dirigidas y planificadas.

El equilibrio frágil y dinámico indicado anteriormente, puede de manera significativa hasta cualitativa, cambiar las condiciones hídricas del norte de Bolivia, afectar a las partes de la cuenca amazónica (incluyendo Perú y Brasil), provocando cambios micro climáticos, disturbios en el equilibrio ecológico, hasta en condiciones sociales y economía de las zonas afectadas (Szwagrzak en prep.).



#### 5. Posibles efectos de las inundaciones prolongadas

En el caso de *C. callosus*, portador del virus FHB se puede temer dos efectos significativos.

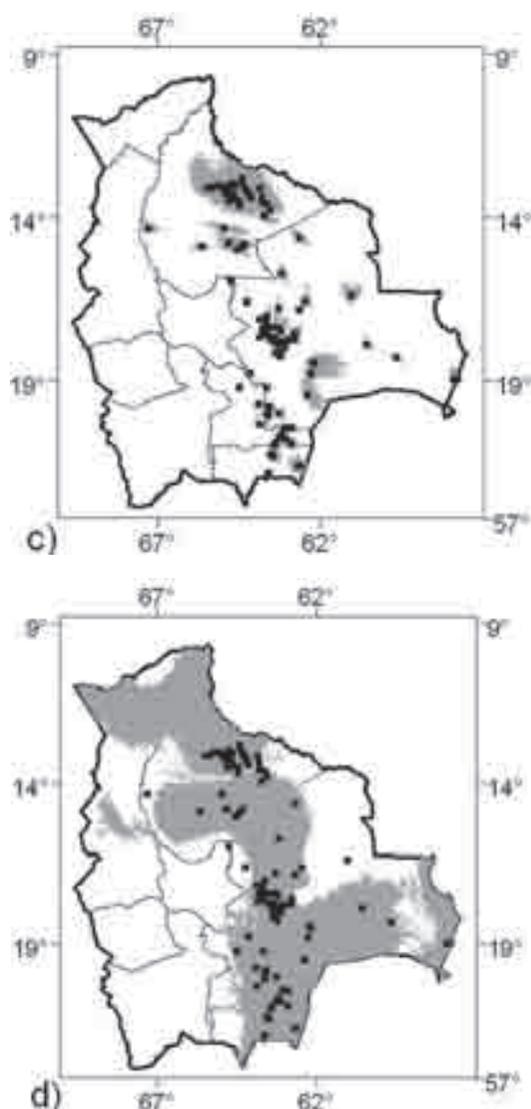
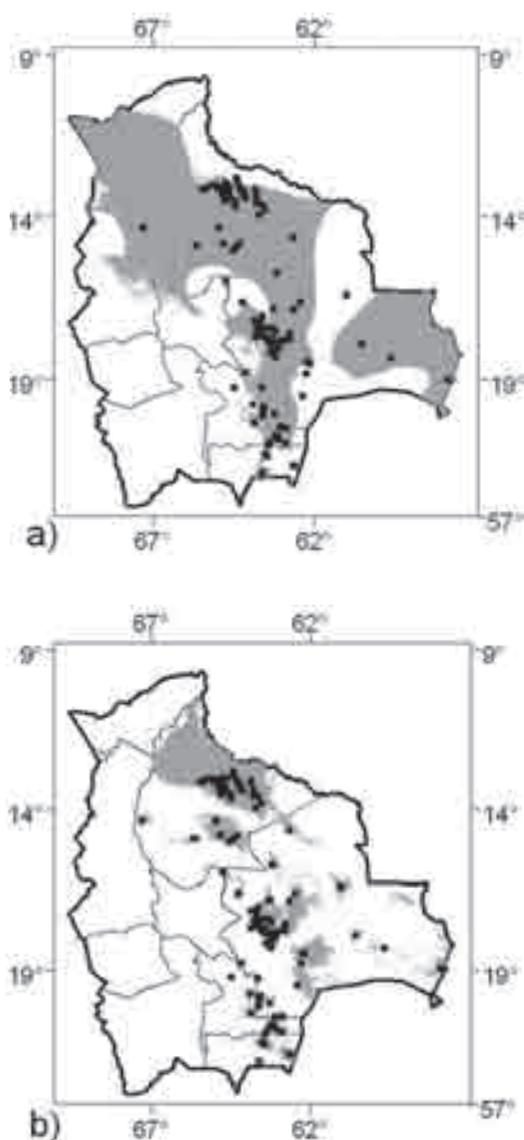
##### 5.1. Cambios en la distribución

Debido a los cambios en su ambiente natural, la identificación de los factores que determinan la distribución y abundancia de los organismos ha sido una de las metas centrales de la ecología. Varios factores abióticos y bióticos: precipitación, temperatura, evapotranspiración, competencia y depredación, interactúan y limitan la distribución de cada especie (Krebs, 2001, Molles, 2002, Odum, 1977). Naoki (et al. 2006) presenta un análisis de la distribución de esta especie basada en diecinueve tipos de datos bioclimáticos que fueron obtenidos de la Base de Datos de WORLDCLIM<sup>9</sup>. Utilizando como estandarte ocho datos bioclimáticos poco correlacionados como entre los secundarios para la predicción de la distribución potencial: temperatura media anual, rango de temperatura diurna, isothermalidad, estacionalidad de

8 [www.ipcc-wg2.org](http://www.ipcc-wg2.org)

9 <http://biogeo.berkeley.edu>

temperatura, precipitación anual, precipitación del mes más seco, estacionalidad de la precipitación y la precipitación de los cuatro meses más cálidos, eficiencia y exactitud de cuatro modelos comúnmente utilizados por biólogos (BIOCLIM, DOMAIN, GARP y regresión logística) se predijo la distribución potencial de tres especies incluyendo *C. callosus*. Según los análisis, la distribución de dicha especie puede ser mucho más amplia como lo indicado hasta ahora (Anderson, 1997). En los mapas simulados (Naoki et al. 2007, p. 74) se puede apreciar una amplia distribución de dicha especie la que puede abarcar la mayoría de las partes tropicales y subtropicales de Bolivia.



Distribuciones predichas de *Calomys callosus* por los modelos de especie-distribución.

a) BIOCLIM, b) DOMAIN, c) GARP, d) LOGIT.

La evaluación está basada sobre los datos disponibles a través de WORLDCLIM (consultado en 2007). Sin embargo, las inundaciones prolongadas y (probablemente) permanentes provocadas por las represas cambiarían las condiciones de microclima y características del terreno en tal manera que se puede temer la expansión de la especie (Szwagrzak en prep.). El ratón dejó ya su característico paraje en Mamoré e Iténez, para encaminarse a zonas cercanas a Trinidad (comunidades de San Andrés, Naranjito y otras; - Cayu, 2006<sup>10</sup>).

10 La Palabra del Beni.

## 5.2. Cambios genéticos de los *Calomys*

Si bien la especie está bastante bien determinada desde hace más o menos 1,5 millones de años (Salazar-Bravo et al. 2001), las presiones ambientales pueden conducir a los cambios drásticos y rápidos. En los casos de inundaciones se observan las migraciones de los animales en dos sentidos:

- a las islas
- fuera de las áreas inundadas.

En ambos casos existe selección dentro de la población móvil. Tal movimiento puede tener consecuencias serias en la población afectada (Jedicke, 1990, Hasegawa et al. 2003, Oppermann, 1987, Wiens 2004, compara también Penny & Phillips, 2004 y otros).

Como se menciona anteriormente, el organismo del ratón soporta sin daños la presencia del virus de la fiebre hemorrágica. Las inundaciones provocarán desplazamientos; la población de los animales se concentrará entonces en las partes elevadas (islas y bordes de las inundaciones), aumentando así el riesgo de contagio, ya que serán justamente las zonas ocupadas por la población humana desplazada. Las interacciones entre el portador del virus y los habitantes de estas zonas aumentarán de manera automática (- compara: Shea & Chesson, 2002). La velocidad de los cambios y posibles mutaciones en este caso, es difícil de calcular. Generalmente cada especie y en condiciones predeterminadas puede demostrar reacciones específicas (Jedicke 1990, Marshall Graves, 2003). Como grupo relativamente joven en la escala evolutiva, los *Calomys* pueden sorprender mucho en su futuro desarrollo.

Faltan los estudios que indican la tendencia si tales cambios genéticos favorecen o perjudican la propagación del virus. Sin embargo, la expansión y cambios evolutivos del género *Calomys* deben ser estudiados y tomados en cuenta.

## 6. Conclusiones y recomendaciones

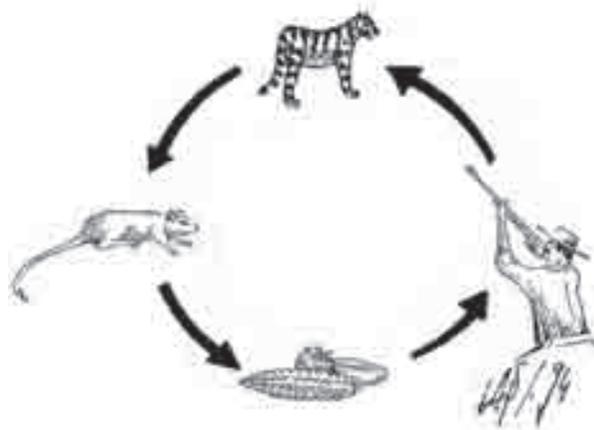
Los tratamientos de la infección de la fiebre hemorrágica han mejorado desde la década de los 60. Se debe a la detección rápida de los casos de la fiebre y los procedimientos médicos. Sin embargo, actualmente

la prevención del mal de las fiebres hemorrágicas debe abarcar todo el territorio nacional y medidas precautivas para todos los casos sospechosos.

En el pasado, los sistemas de combate de los factores (transmisores) de las enfermedades basadas en los agentes químicos no funcionaron eficazmente.

El autor preparó una propuesta alternativa para el control biológico de las plagas en Bolivia (Szwagrzak, 2008, que coincide y complementa la propuesta PROGRAMA NACIONAL DE VIGILANCIA Y CONTROL DE LA FIEBRE HEMORRAGICA EN BOLIVIA (Villegas, 2000<sup>11</sup> - ANEXO). La propuesta del control biológico de los ratones combina las medidas de la protección de los rapaces y el manejo de estas especies (controladores naturales de micromammalia), educación ambiental en todos los niveles y las medidas médicas. Son medidas simples, eficaces y económicas. Similares evaluaciones se pueden y deben proporcionar sobre malaria<sup>12</sup>, fiebre amarilla, dengue, mal de Chagas, y otras.

Quizás el conjunto de estas medidas logren disminuir el riesgo de la fiebre hemorrágica y otros males que se aproximan en el trópico boliviano debido a los cambios ambientales.



Eliminación de los rapaces facilita plagas de micromammalia, destrucción de cosechas y proliferación del virus.

Controladores naturales de micromammalia son: serpientes, mamíferos (zorritos), aves rapaces diurnos y nocturnos, caimanes, ...

<sup>11</sup> Anexo

<sup>12</sup> compara - COMBATE BIOLÓGICO AL MOSQUITO, Transmisor de la malaria y otras enfermedades. Propuesta del Proyecto. GCB. A. Szwagrzak & D. Capriles 2002.

## **Agradecimientos**

Los institutos Göthe (de Alemania) y IRD (de Francia) ofrecieron acceso a sus bibliotecas y bancos de datos. La Dirección de Medio Ambiente del MDRAyMA, proporcionó sus informes internos y documentación fotográfica sobre las inundaciones. Los simulacros sobre la distribución de *C. callosus*, los mapas y valiosos comentarios sobre la interpretación de su faunística, se agradece al Dr. Naoki. Las imágenes de los hábitat analizados (más de 600) se agradecen a los documentalistas Marcin Obalek, Mileniusz Spanowicz y Leszek Iliszko.

La presente evaluación no sería posible sin la colaboración de las instituciones y personas mencionadas que se agradece cariñosamente.

## **ANEXO 1.**

### **PROGRAMA NACIONAL DE VIGILANCIA Y CONTROL DE LA FIEBRE HEMORRAGICA EN BOLIVIA.**

La vigilancia y control se realizan en torno a las siguientes actividades:

a) Vigilancia y control de roedores (captura y eliminación) en la zona endemoepidémica en el marco de la estratificación y los niveles de riesgo por localidades. Esto trajo como consecuencia la disminución de la densidad de los roedores en el intra y peridomicilio y control de los brotes epidémicos.

La estratificación, con medición de los niveles de riesgo se efectúa tomando en cuenta los siguientes indicadores: Localidad con presencia de casos sospechosos y posteriormente confirmados de FHB; población-localidad; localidad con *Calomys callosus*; *Calomys callosus* con bazos mayores a 18 mm.; tipo de vivienda; existencia de depósito o almacenamiento de alimentos y hábitos higiénico-dietéticos de los pobladores, con éstos criterios se aplican acciones de captura y/o eliminación de roedores, para posteriormente realizar la clasificación taxonómica y disección de especímenes particularmente los *Calomys callosus*; considerando como únicos reservorios de FHB a éstos roedores.

b) Educación Sanitaria de los líderes comunitarios para multiplicar y actualizar el conocimiento, pretendiendo conseguir la motivación del poblador y su ulterior participación en las acciones de limpieza perimetral é intradomiciliaria, así como en la construcción de los anillos de protección en derredor de las poblaciones.

c) Detección y diagnóstico oportuno de casos sospechosos de FHB.

La internación hospitalaria es una de las medidas más importantes, ya que está demostrado que los cuidados de enfermería para el paciente son determinantes, por los riesgos que puedan constituir los contactos de otras personas con sus secreciones.

d) Tratamiento específico y oportuno de cada caso.

## ANEXO 2

### CONTROL DE FIEBRES HEMORRÁGICAS MEDIANTE MEDIDAS BIOLÓGICAS

Desde la década de los años 60, las tierras bajas de Bolivia están en peligro de una nueva enfermedad viral: la fiebre hemorrágica que es causada por el virus machupo. En la actualidad, se observa la aparición de nuevas enfermedades que aparecen a través de los mismos factores y causan daños similares (la mortalidad de hasta 30% de las personas infectadas).

Se presenta una propuesta para el control biológico de los factores-transmisores de estas enfermedades.

El virus machupo pertenece a la familia de arenavirus, denominado así por contener un número variable de gránulos opacos. En el mismo grupo y con efectos similares se encuentran el Virus Junín (Argentina), Virus de Lassa (África), Virus de Margungo (Alemania) y virus de Texas (EE.UU.). Lamentablemente se descubre un nuevo virus de esta clase, el llamado virus de Chapare, confirmado por el Centro de Control de Enfermedades de Atlanta (CDC- EE.UU.). Desde este tiempo (2003) se sospecha de la existencia de nuevas clases de agentes arenavirus en el trópico de Bolivia.

Aparentemente en todos los casos presentados, la distribución de este agente está vinculada con los micromamalia y el roedor *Calomys calliosus* en particular, como transmisores.



En las décadas de los años 50 – 60<sup>a</sup>, hubo una desenfrenada cacería de serpientes y felinos en las zonas

rurales de Bolivia. El comercio con las pieles y cueros de estos animales causó un total desequilibrio ecológico y proliferaciones de algunas especies de ratones. El más beneficiado, resultó ser el *C. caliosus*, que a su vez, es el transmisor de la temible fiebre hemorrágica.

El gobierno de Bolivia de esa época, intentó frenar la proliferación de los ratones, con la introducción de gatos domésticos en las zonas afectadas, finalmente en 1968, se dictó una prohibición para la caza de los felinos y el comercio con sus pieles. Las medidas fueron justas, sin embargo atrasadas. Murieron más de 3.000 personas.

Actualmente enfrentamos nuevos brotes de “virus Machupo”, “virus del Chapare” y posiblemente dos nuevas cepas de esta clase. Todo esto dependiente de la falta del equilibrio ecológico, actividades humanas, falta de prevención y manejo equilibrado del problema.

El actual gobierno de Bolivia intenta enfrentar este problema con “grupos de combate contra ratones”, trampas y raticidas. Si bien estas medidas pueden tener algún impacto cuantitativo, se sugiere medidas cualitativas, como ser:

1. Actualizar la prohibición de la caza de todos los felinos, serpientes, zorros, aves rapaces y todas las especies que pueden regular las poblaciones de micromamalia.
2. Apoyar los estudios sobre proliferación del problema,
3. Controlar los factores.

#### Propuesta

Se sugiere un programa activo de protección de los rapaces. Dicho programa debe abarcar:

- Elementos de educación ambiental (en todos los niveles),
- Seguimiento sobre el desarrollo sostenible,
- Enseñanza sobre la función ecológica de los rapaces,
- Enseñanza sobre la función de los carroñeros
- Medicamentos

Se propone:

El método efectivo, viable y funcional ecológicamente a través del control biológico de las plagas.

- una campaña de concientización,
- investigación,
- medidas,
- publicaciones.
- campaña de protección.

Efectos favorables secundarios:

- protección de la biodiversidad,
- eliminación de raticidas (venenos) contaminantes del medio ambiente,
- educación ambiental,
- coordinación estratégica con las autoridades regionales de los departamentos afectados.

Se sugiere el periodo de dos años, suficientes para cubrir las metas antes mencionadas y obtener los primeros resultados. Las experiencias de este proyecto y sus obvias ventajas pueden servir para la continuación por parte de las prefecturas afectadas.



## Bibliografía

Archer, A.M., R. Rico-Hesse, 2002. High genetic divergence and recombination in Arenaviruses from the Americas. *Virology* 304: 274–281.

BMU, 1995. *Handbuch Umweltcontrolling*. München, 663 pp.

Luciana Borio, L., T. Inglesby, C.J. Peters, 2002. Medical and Public Health Management. Hemorrhagic Fever Viruses as Biological Weapons. *JAMA* (18): 2391-2405.

Bowen, M.D., C.J. Peters, S.T. Nichol, 1997. Phylogenetic analysis of the Arenaviridae: patterns of virus evolution and evidence for cospeciation between arenaviruses and their rodent hosts. *Molecular Phylogenetics & Evolution* 8: 301–316.

Delgado, S, B.R. Erickson, R. Agudo R, P.J. Blair, E. Vallejo, 2008. Chapare Virus, a Newly Discovered Arenavirus Isolated from a Fatal Hemorrhagic Fever Case in Bolivia. *PLoS Pathog* 4(4): e1000047. doi:10.1371/journal.ppat.1000047

Dyal, J., B. Fohner, 2005. *Arenaviridae Biology*, Stanford.

*Economist*, 2007. Scarcity in the midst of surplus. Brazil's energy policy. Aug. 16th 2007.

Flanagan, M.L., J. Oldenburg, T. Reignier, N. Holt, G.A. Hamilton, 2008. New world Clade B arenaviruses can use transferrin receptor 1 (TfR1)-dependent and -independent entry pathways, and glycoproteins from human pathogenic strains are associated with the use of TfR1. *J Virol* 82: 938–948.

Flores T., 2008. El Impacto Ambiental de Jirau, Columna Terranova. web

Hanagarth, W., 1993. Acerca de la geoecología de las sabanas del Beni en el noreste de Bolivia. La Paz, 186 pp.

Hanagarth, W., A. Szwagrzak, 1998. Geoecology and biodiversity - Problems and perspectives for the management of the natural resources of Bolivia's forest and savanna ecosystems. In: *Biodiversity - a challenge for development research and policy*. W. Barthlott, M. Winiger (Eds.), Springer, Heidelberg, 429 pp.

Hasegawa, M. et al., 2003. Timescale of eutherian evolution estimated without assuming a constant rate of molecular evolution. *Genes Genet. Syst.* 78, 267–283.

Hutter, K., M. Hutter, G. Peter, 1989. *Pelz macht kalt*. Göttingen.

ISS007-E-10797, 2003. International Space Station, 14 June 2003, 12:36 GMT. [Additional images ... NASA/JSC Gateway to Astronaut Photography of Earth].

*JAMA*, 2002. Hemorrhagic Fever Viruses as Biological Weapons. 287:2391-2405.

Jedicke, E., 1990. *Biotopverbund*. Grundlagen und

- Massnahmen einer neuen Nathurschutzstrategie. Stuttgart, 287 pp.
- Johnson, K.M., R.B. MacKenzie, P.A. Webb, M.L. Kuns, 1965. Chronic infection of rodents by Machupo virus. *Science*;150:1618-9.
- Johnson, K.M.; M.L. Kuns, R.B. Mackenzie, P.A. Webb, C.E. Yunker, 1966. Isolation of Machupo virus from wild rodent *Calomys callosus*. *Am J Trop Med Hyg* 15: 103-106.
- Justines, G., K. M. Johnson, 1969. Immune Tolerance in *Calomys callosus* infected with Machupo Virus. *Nature* 222: 1090 - 109; doi:10.1038/2221090a0
- Kilgore, P.E., C.J. Peters, J.N. Mills, P.E. Rollin, L. Armstrong, 1995. *Emerging Infectious Diseases*, Jul-Sep;1(3):97-100.
- Krebs, C. J. 2001. *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance*, 5th ed. Benjamin/Cummings, San Francisco.
- MDRAyMA, 2008. VIAJE DE EVALUACIÓN A TRINIDAD - BENI, INFORME TÉCNICO, MDRAyMA- VBRFMA-DGMA-DBAP, 10 pp.
- Mercado, R., 1990. Fiebre hemorrágica boliviana. *Revista de Neurología*, 66-67.
- Ministerio de Defensa, 2008. BREVE RESUMEN FINAL SOBRE LA PRESENCIA DEL FENÓMENO DE LA NIÑA EN BOLIVIA (Nov-08 May 08).
- Molles, M. C., Jr. 2002. *Ecology: concepts and applications*, 2nd ed. McGraw-Hill Companies, Inc., Boston.
- Naoki, K., M. I. Gómez, R.P. López, R.I. Meneses, J. Vargas, 2006. Comparación de modelos de distribución de especies para predecir la distribución potencial de vida silvestre en Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 41(1): 65-78.
- Nordenskiöld, E., 1916, Die Anpassung der Indianer an die Verhältnisse in den Überschwemmungsgebieten in Südamerika. *Ymer*. Stockholm, 36: 138-155.
- Odum, E., 1977. *Ecología*. Ed. Interamericana, México.
- OIE, 2004. *Viral Hemorrhagic Fevers—Machupo and Lassa Fever*. College of Veterinary Medicine, Iowa State University; 1-4.
- Opperman, O., 1987, Tierökologische Untersuchungen zum Biotopmanagement in Feuchtwiesen - Ergebnisse einer Feldstudien an Schmetterlingen und Heuschrecken im württembergischen Alpenvorland. *Natur und Landschaft* 62 (6): 235-241.
- OPS/OMS - REPRESENTACION BOLIVIA, 2004. SISTEMA REGIONAL DE DATOS BÁSICOS EN SALUD - Bolivia, 2004 - PERFIL DE PAÍS.
- Penny, D., M.J. Phillips, 2004. The rise of birds and mammals: are microevolutionary processes sufficient for macroevolution? *TRENDS in Ecology and Evolution*, 19 (10): 516-522.
- Peters, C.J., 2002. ¿Hacia un desastre microbiano? *PERSPECTIVAS de Salud*, 7 (2): 14-20.
- Radoshitzky, S.R., J.H. Kuhn, C.F. Spiropoulou, C.G. Albariño, D.P. Nguyen, J. Salazar-Bravo, T. Dorfman, A. S. Lee, E. Wang, S.R. Ross, H. Choe, M. Farzan, 2008. Receptor determinants of zoonotic transmission of New World hemorrhagic fever arenaviruses. *PNAS*, Vol. 105 (7): 2664-2669.
- Reichholf, J.H., 1991. *Der unersetzbare Dschungel*. München, 207 pp.
- Salazar-Bravo, J., J.W. Dragoo, D.S. Tinnin, T.L. Yates, 2001. Phylogeny and Evolution of the Neotropical Rodent Genus *Calomys*: Inferences from Mitochondrial DNA Sequence Data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* Vol. 20, (2): 173-184.
- Salazar-Bravo, J., J.W. Dragoo, M.D. Bowen, C.J. Peters, T.G. Ksiazek, 2002. Natural nidality in Bolivian hemorrhagic fever and the systematics of the reservoir species. *Infection, Genetics & Evolution* 1: 191-199.
- Shea, K., P. Chesson, 2002. Community ecology theory as a framework for biological invasions. *Trends Ecol. Evol.* 17, 170-176.
- Smith, G.E., 1988. Is fluoride a mutagen? *The Science of The Total Environment*, Volume 68, (1): 79-96.
- Stinebaugh, B.J., F.X. Schloeder, K.M. Johnson, R.B. Mackenzie, G. Entwisle, E. DeAlba, 1966. Fiebre hemorrágica boliviana. *Am J Med*; 40:217-29.
- STONE, R. 2008. Three Gorges Dam: Into the Unknown. *SCIENCE*, 321: 628-632.
- Szwagrzak, A. & D. Capriles, 2002. Combate biológico al mosquito *Anopheles*. Propuesta del programa nacional. GCB, 32 pp.
- Szwagrzak, A. 1994. Fiebre hemorrágica azota al Beni. *Perspectiva*, 6: 28-29.
- Szwagrzak, A. 2007-2008. Evaluación Ambiental. Cursos de post-grado, UTB.
- Szwagrzak, A. 2008. Control de fiebres hemorrágicas mediante medidas biológicas. UTB - Propuesta del PROYECTO PILOTO.
- TDE, s.f., IDENTIFICACION Y PREDICCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.
- Thieme, M., B. Lehner, R. Abella, S.K. Hamilton, J. Kellendorfer, G. Powella, J.C. Riveros, 2007. Freshwater conservation planning in data-poor areas:

An example from a remote Amazonian basin (Madre de Dios River, Peru and Bolivia). *Biological Conservation*, 35: 484-501.

WEEKLY, 2001. Recognition of Illness Associated with the Intentional Release of a Biologic Agent, October 19.

Webb, P.A. 1965. Properties of Machupo Virus. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 4(5): 799-802.

Wiens, J.J., 2004. Speciation and Ecology Revisited: Phylogenetic Niche Conservatism and the Origin of Species. *Evolution*, 58, (1): 193-197.

Villegas P., 2006. Destrucción de la Amazonía: BRASIL aprueba EIA de represas que inundarán territorio boliviano. FOBOMADE, 28 de Septiembre.

Villegas Romay, M., 2000. FIEBRE HEMORRAGICA BOLIVIANA. ANUARIO EPIDEMIOLOGICO: 81-84.

Vizy, E.K., K.H. Cook, 2008. RELATIONSHIP BETWEEN AMAZON AND HIGH ANDES RAINFALL. Cornell University, Ithaca, New York.



# Cuencas, salud y sobrevivencia de la humanidad

José Miguel De Angulo<sup>1</sup>  
Luz Stella Losada<sup>2</sup>

---

La salud y la calidad de vida de las personas, familias y comunidades están directamente determinadas por las interacciones que tengan con el entorno, especialmente con el medio ambiente que les rodea. Igualmente esa calidad de vida y salud dependen del medio ambiente y ecosistemas que, aunque puedan encontrarse a miles de kilómetros de distancia, permiten una serie de cadenas productivas que le suplen sus satisfactores para sus diferentes necesidades. Por ejemplo, un ecosistema que se encuentra en un alto desequilibrio biológico y que se utiliza para producir ciertos alimentos que requieren altos niveles de pesticidas, afectará seriamente la salud de las personas a miles de kilómetros de distancia que consuman esos alimentos que provengan de esa región. Otro ejemplo común es la contaminación de las aguas en las cabeceras de las cuencas, que repercutirá seriamente en poblaciones urbanas que consumirán esa agua a cientos de kilómetros de distancia. Es así que el medio ambiente y los ecosistemas no sólo afectan a las personas que viven en ese entorno sino a miles de otras personas que se encuentran en lugares muy lejanos. La forma en que grupos humanos interactúan con el medio ambiente en un lugar, no sólo repercute a personas en lugares muy lejanos sino también al resto de la humanidad, debido a las repercusiones que ese manejo de la naturaleza tiene en los cambios climatológicos globales.

La forma en que interactuemos con el medio ambiente no sólo determinará la sostenibilidad de los recursos

naturales sino el mismo bienestar y salud de los pueblos. Cada ecosistema tiene una serie de características y cualidades que permiten ciertos usos para el beneficio de la humanidad pero también tienen ciertos límites y restricciones que deben ser respetados si se desea continuar disfrutando de los beneficios que esos ecosistemas proveen. Es crucial conocer y respetar estas restricciones y limitaciones para que los ecosistemas puedan continuar ofreciendo múltiples insumos de las cadenas productivas que permiten los satisfactores para las necesidades de los seres humanos, y que permitan condiciones de bienestar para las poblaciones que viven en esos ecosistemas, como también el bienestar de la comunidad planetaria. No puede hablarse de sostenibilidad de las comunidades, o de la humanidad, si no se respetan claramente las restricciones de los ecosistemas que le permiten la vida, la salud y el bienestar.

## 1. Comprendiendo nuestras cuencas como medios de sustento de la vida

Una de las mejores formas de comprender la interacción e interdependencia del ser humano con la naturaleza es comprendiendo el concepto del sistema de las cuencas hidrográficas con sus respectivas subcuencas y microcuencas. Este sistema complejo de una cuenca hidrográfica es el espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas del sistema hídrico de cierto territorio geográfico que conducen sus aguas a un río principal, a un río muy grande, a un lago o al mar. Todos los elementos vivos y no vivos que se encuentran en este territorio delimitado por esta línea divisoria donde se inicia el escurrimiento de las aguas son componentes importantes de esa cuenca específica. Es así que en la cuenca hidrográfica se encuentran gran

---

<sup>1</sup> Médico cirujano con maestría en salud pública de Johns Hopkins y maestría en teología del Eastern Baptist Theological Seminary. Es Director Nacional de MAP Internacional en Bolivia y asesor de MAP para programas de salud en diferentes países y continentes.

<sup>2</sup> Maestra en Ciencias de la Salud y en Educación Superior en Salud otorgada por la Universidad de Maastricht, Holanda.

cantidad de recursos naturales (que se pueden agrupar en renovables como el forestal, suelo y no renovables como los minerales, gas, etc.), múltiples infraestructuras que el ser humano ha creado, y una gran cantidad de procesos sociales, políticos, económicos y productivos que se generan en ese territorio, produciendo una gran variedad de impactos ambientales con efectos favorables y no favorables para la salud y el bienestar humano. No existe ningún punto de la tierra que no pertenezca a una cuenca hidrográfica, como tampoco existe ningún lugar del planeta que no sea afectado por lo que sucede en otras cuencas, por muy remotas que éstas sean. Es por eso que lo que sucede en una cuenca es asunto de todos y todas, independientemente del lugar en que vivan o al país a que pertenezcan.



Las microcuencas son espacios territoriales más pequeños (subcomponentes de las cuencas) conformados por un sistema hídrico (o red hídrica) delimitados por líneas donde las aguas corren (escurren) en diferentes direcciones y que incluyen los diferentes recursos existentes que son manejados por comunidades vecinas que se conocen y tienen intercambios en sus procesos productivos. Comprende las redes hídricas conformadas por los ríos y arroyos o afluentes secundarios y terciarios que tenga el municipio, con las tierras alrededor de ellas desde las partes más altas que dan origen a las cuencas hasta las partes bajas. Incluye toda la flora y fauna que depende de esta provisión de agua, como también todas las interacciones entre los seres vivos y no vivos en ese territorio. Inclusive la infraestructura construida como los asentamientos urbanos (generalmente a orillas de ríos para el acceso al agua) se conforma en componentes de las cuencas. Pueden ser de gran tamaño que

sobrepasan a la cobertura del territorio de un país, como la cuenca de la Amazonía, o bastante pequeñas cuando nos referimos a la cuenca de una población pequeña en las alturas (microcuenca). Para la delimitación de una cuenca, además de las líneas divisorias dadas por las líneas donde las aguas corren en diferentes direcciones, es importante considerar los territorios que pueden estar bajo la gestión administrativa de los diferentes niveles de unidades territoriales en que se encuentra dividido el país. Algunas microcuencas sólo pueden ser manejadas por una comunidad local, otras cuencas requerirán manejo por mancomunidades de municipios o aún departamentos o países. Luego, cada cuenca puede ser subdividida en subcuencas y microcuencas o parte alta, media y baja para poder entenderlas mejor y buscar estrategias apropiadas para su manejo o la utilización de sus recursos. Las cuencas, siguiendo las familias y las escuelas, son los mayores tesoros comunitarios que determinan la posibilidad de su sostenibilidad a través del tiempo. En las cuencas es donde se originan la mayoría de los procesos vitales del municipio y, por lo tanto, lo que permite la capacidad de carga que el municipio tenga para los diferentes grupos poblacionales.

Cada cuenca tiene una variedad de recursos que proveen una infinidad de satisfactores para el ser humano. No existe en la naturaleza ser viviente, animal o vegetal que pueda vivir completamente aislado del ambiente que le rodea. Todos reciben la influencia tanto de las cosas no vivas como de los otros seres vivos. Las personas, al igual que los animales, pueden vivir gracias a que el medio ambiente les provee los recursos y la energía que sostienen la vida. Sin embargo, esos recursos y energía no son infinitos y son compartidos por todos los seres vivos, algunas veces como amigos y otras como enemigos. Si bien la especie humana, por su capacidad de comprender ampliamente lo que sucede en los procesos que se dan en la naturaleza, debería ser la especie que mejor cuidara una cuenca, desafortunadamente no es así. En lugar de cuidar estos recursos y fuentes de energía, y buscar mecanismos para sabiamente compartirlos para que todos tuviesen una vida significativa, la ambición y la pasión por el poder le ha llevado a crear mecanismos de saqueo de los recursos en las cuencas y, dolorosamente, saqueo de grupos humanos más vulnerables. No sólo hemos dejado de lado nuestra responsabilidad de cuidar la naturaleza, sino que desafortunadamente nos hemos

convertido en los seres vivos más destructivos de las fuentes de energía y los recursos que existen en la naturaleza. Los mayores daños causados en el planeta a través de la historia han sido los daños causados a las cuencas y a sus ecosistemas, lo cual ha costado la pérdida de millones de formas de vida. Las cuencas son los centros generadores de los procesos vitales que permiten la vida a una infinidad de microorganismos, insectos, plantas, animales y sin lugar a dudas, a las personas. Veamos cómo el destino de la humanidad, cómo su calidad de vida, está decidido por un futuro común dependiendo de la forma en que manejemos las cuencas. No hay escapatoria, el destino de las cuencas decide el destino común de la humanidad.



Desafortunadamente, la miopía de la humanidad con el respeto y cuidado de las cuencas ha sido similar a la miopía que ha tenido con el respeto y cuidado a las mujeres. Si bien ellas son las proveedoras de la vida, la sostenedoras y formadoras de los nuevos seres humanos, las que luchan y cuidan por los procesos vitales de las sociedades, sistemáticamente han sido ignoradas, excluidas, discriminadas y violentadas. Igualmente la cuenca es el origen de todos los procesos vitales, el origen de las cadenas productivas, el origen de los medios de sustento de la humanidad y la que alberga los procesos vitales, pero la humanidad la ignora, la saquea, la explota y no asume responsabilidad por cuidarle y respetarle. Las mujeres como las cuencas albergan y sostiene la vida, y la sociedad androcéntrica busca depredarlas y saquearlas en todo lo que pueda ser posible. Una sociedad que no puede cuidar la vertiente de la vida de la sociedad y el país, es una sociedad condenada a autodestruirse y vivir en la miseria y en la desintegración. Es hora de salir de la miopía y

desarrollar una rica sensibilidad a la perspectiva de género como una comprensión de lo que es la cuenca y nuestra responsabilidad con respetarla y cuidarla.

Las cuencas nos proveen una infinidad de componentes, proveen los insumos o condiciones para el medio ambiente físico en el que el ser humano se encuentra (viviendas, materiales, para herramientas y maquinarias, la topografía que determina vías de acceso, generación de electricidad, tipo de tierra, minerales, riesgos para catástrofes como deslizamientos, inundaciones, sequías, etc.); medio ambiente biológico (aves, peces, mamíferos, insectos, vegetales, bacterias; virus, hongos, etc.); Elementos del medio ambiente químico (disponibilidad, cantidad y calidad de agua, pureza y/o contaminación del aire, alimentos, medicamentos y hierbas medicinales, insumos agropecuarios y de trabajo, etc.), y los elementos del medio ambiente social (asentamientos humanos, actividades laborales y recreativas de la familia, tenencia y manejo de la tierra y los otros recursos generados en la cuenca, sistemas productivos, propiedad y control del manejo de agua disponible, comercio de productos originados en la cuenca, ordenamiento territorial, presión de uso de tierras, intereses de organizaciones políticas para controlar y usar los recursos de las cuencas, etc.)

Si bien el manejo racional del agua que se encuentra en una cuenca debe jugar un rol fundamental en el manejo de la cuenca, recordemos que esto no tiene sentido si no se ve el manejo del agua ricamente interactuando con todos los procesos vitales que se dan en ese territorio; y como los procesos productivos son fundamentales para la sobrevivencia del ser humano, se requiere que tengamos un enfoque integral en el manejo de las cuencas. Es por eso que la cuenca es mucho más que agua y suelos, y los grupos humanos así no tengan la menor idea de ello, son profundamente dependientes de lo que está sucediendo con las cuencas del territorio en que se encuentra y de los territorios vecinos (son actores y consumidores de esas cuencas). Su bienestar, su salud y -aún su posibilidad de subsistir- están entrelazados con el manejo y futuro de las cuencas.

El sistema de la cuenca hidrográfica tiene múltiples subsistemas que están ricamente entrelazados y que determinan las condiciones de vida de las personas. Por ejemplo, el subsistema biológico permite la integración de la flora y la fauna, lo cual incluye las diferentes formas de producción de alimentos, pero también el

equilibrio de insectos, bacterias, virus y muchos otros vectores que determinan la presencia de enfermedades en las personas.

El subsistema físico, integrado por el suelo, subsuelo, geología, recursos hídricos y clima, determina condiciones ambientales como temperatura, radiación, evaporación, topografía, entre otros, que producen condiciones de riesgo y vulnerabilidad para las personas y comunidades, planteando riesgos para la presencia de enfermedades, accidentes o desastres naturales.

El subsistema económico, integrado por todas las actividades productivas que realiza el ser humano, en agricultura, utilización de recursos naturales, tipos de industrias, formas de manejo de la ganadería, servicios que se desarrollan como caminos, carreteras, tipos y manejos de energía, asentamientos y ciudades, que en conjunto determinan la accesibilidad a bienes, servicios y satisfactores de los seres humanos que determinarán sus condiciones de salud y bienestar.

El subsistema social integra una gran variedad de elementos demográficos, culturales, reproducción de imaginarios, mitos y creencias, modelos organizacionales e institucionales, formas de tenencia de la tierra, tipos y formas de prestación de servicios de salud, educación, vivienda, etc.

Finalmente, podríamos hablar del subsistema político que determina las formas en que los seres humanos de ese territorio de la cuenca se han organizado para concentrar o redistribuir el poder y la capacidad para la toma de decisiones que determinan la dirección en que los otros subsistemas sociales económicos, físicos y biológicos son manejados. Este subsistema político es el que determina la forma en que se protegen o se deterioran esos ecosistemas, quiénes son los que controlan los diferentes recursos que provee la cuenca, qué tipos de cadenas productivas se estimulan y cuáles se impiden, para quiénes se asignan los beneficios de esos subsistemas y a qué sectores de la población se les excluye de esos beneficios (los niveles de equidad en el manejo de los recursos, de los procesos productivos y los mecanismos de redistribución de los beneficios de los procesos productivos), cómo usan el poder para manejar sus conflictos y diferencias y el acceso que tienen a la justicia cuando los derechos son violentados, etc.

Es evidente que las condiciones de salud de una población y el bienestar que se dé entre sus pobladores están altamente determinados por los niveles de conciencia que se tenga para el manejo de este sistema complejo de las cuencas en las cuales se han asentado esas poblaciones, y en la forma que cuidan y asumen responsabilidad en cada uno de los subsistemas mencionados en el párrafo previo. El bienestar de una sociedad está altamente determinado por los niveles de gobernabilidad y democracia que logren desarrollar en el manejo sostenible de los recursos y las cadenas productivas, que permiten el logro de los diferentes satisfactores para las necesidades de su población.



Desafortunadamente uno de los aspectos más difíciles para el manejo racional de cuencas o microcuencas han sido las dificultades en los procesos de diagnóstico, planificación y gestión de cuencas, ya que los límites territoriales de las comunidades, poblaciones, municipios, departamentos y países no coinciden con los límites naturales de una cuenca, subcuenca o microcuenca. Debido al rol central que las cuencas tienen con el bienestar y la salud de las poblaciones, se requiere de una decisión política para construir mancomunidades o regiones de varios municipios y países que puedan superar los límites político-administrativos que desafortunadamente coinciden con el curso de un río principal, o con otros detalles del terreno (pero muy pocas veces coinciden con las líneas divisorias de las aguas donde comienzan a escurrir).

## 2. Las cuencas nos recuerdan el destino común de todos los pueblos

Comunidades, pueblos y naciones deben tener bien en claro que independientemente de si aprenden o

no a coordinar sus propuestas de desarrollo en base a cuencas, ellos inescapablemente están entretreídos en un destino común. Lo que suceda con la cuenca hidrográfica afectará simultánea y radicalmente a las comunidades o naciones que son parte de esa cuenca y, sin dudas, su bienestar y salud serán forzosamente determinados por lo que suceda con la cuenca. Por muy diferente que sean los pueblos “del otro lado” de la frontera, o del río, la cuenca los ha puesto en un destino común, el cual no podrán hacerlo diferente aunque sus culturas y sistemas político-administrativos sean muy diferentes. Todos y todas estamos en el mismo bote, tanto los que están “asentados” de un lado del bote como los que están “asentados” en el otro lado del bote, y un grupo no puede pretender que estará a flote si el grupo del otro lado se hunde. Es este destino común lo que permite ver que la cuenca es una responsabilidad de todos y todas. No existe una institución, grupo político o una nación a quien “le pertenezca la cuenca” pues la cuenca siempre es “compartida por los del otro lado”. Esto implica recrear imaginarios sociales y procedimientos políticos administrativos que permitan las “mesas de consensos” en las que los diferentes reconozcan ese destino común que tienen y puedan crear instrumentos e instituciones que concertadamente sean responsables de promover procesos de desarrollo altamente sensibles al impacto ambiental y que limiten, promuevan y realicen acciones específicas para lograr el manejo sostenible de sus recursos naturales y lograr el desarrollo integral de los pueblos de una forma sostenible. Un enfoque de desarrollo que permita una comprensión y un manejo integrado de cuencas con cada una de sus microcuencas, permitirá propuestas de desarrollo integral para que las comunidades puedan disfrutar de un bienestar sostenible contribuyendo también de forma muy rica a la estabilidad del clima a nivel global y a la estabilidad social y, por lo tanto, al bienestar de toda la humanidad.

La organización de territorios geográficos y políticos en base a microcuencas y cuencas permite que comunidades que tienen intereses comunes ejerzan mejor su ciudadanía participando e involucrándose protagónicamente en el manejo responsable de los recursos de su cuenca para garantizar su salud y bienestar como también de las siguientes generaciones. Son estos procesos organizativos, en base a cuencas, los que permitirán desarrollar una conciencia crítica sobre los tipos de tecnologías que se utilizan, como también

el tipo de acciones técnicas directas e indirectas que la cuenca requiere para maximizar su potencialidad.

Cuando la sociedad civil y el Estado comprenden que la sostenibilidad de las comunidades y la sociedad dependen de la forma en que ellos manejen responsable y coordinadamente sus microcuencas, todos y todas pueden sumarse a un plan estratégico maestro para el manejo integral de la gran cuenca.



Cada proceso productivo, de desarrollo energético o de transformación del entorno debe ser altamente sensible al impacto ambiental y al cuidado con la sostenibilidad de los recursos naturales. Esta cultura del respeto por los recursos naturales y el medio ambiente permitirá que el manejo apropiado de la cuenca comience desde las unidades primarias productivas como la finca o de cualquier otra unidad básica de intervención (Ej. los agricultores adoptarán tecnologías apropiadas y el Estado les apoyaría con asistencia técnica continua y frecuente permitiéndoles tener control sobre las cadenas productivas de una forma que sea sensible y respetuosa con el ambiente). La sumatoria de familias comprometidas con estos procesos productivos respetuosos de los ecosistemas permitirá un manejo integral de las microcuencas, que a su vez están integradas al plan maestro de la gran cuenca.

### **3. Nuestra sobrevivencia como planeta depende de nuestra capacidad para integrarnos en mesas de consensos**

La capacidad que desarrollen los pueblos y naciones para construir estas mancomunidades o regiones en base al respeto y manejo estratégicos de las cuencas, determinará la sostenibilidad de las poblaciones

asentadas en esos territorios a través del tiempo. Es crucial que los pueblos en democracia aprendan a convivir en armonía comprometidos con el bienestar de sus habitantes y por lo tanto deben aprender a construir sus planes de desarrollo considerando, respetando e integrando sus realidades de los límites territoriales político-administrativos simultáneamente con los límites naturales dados por las cuencas hidrográficas. Deben claramente delimitarse los territorios de las diferentes cuencas, subcuencas y microcuencas e identificar qué unidades político administrativas incluyen (municipios, departamentos, Estados, etc.) para desarrollar un proceso de concertación sobre las acciones y aplicaciones en los procesos de diagnóstico y planificación, con participación de los diferentes actores locales de esos territorios, y con los intereses de las unidades administrativas. Esto permitirá desarrollar estrategias de desarrollo integral donde todas las diferentes unidades político-administrativas de ese territorio puedan beneficiarse con los procesos productivos sostenibles como también con las condiciones que se requieren para la salud y el bienestar de sus poblaciones. Esto consolidará fuertemente las democracias y el espíritu de convivencia minimizando las tensiones, rivalidad y frecuente hostilidad que se da entre las líneas tradicionales de las divisiones administrativas. Los ambientes tensos y conflictivos que se dan entre fronteras serán transformados por un espíritu de solidaridad fruto de la comprensión que desarrollan por ese “destino común” que tienen las comunidades que pertenecen a una misma cuenca. Estas divisiones administrativas aprenderán a identificar las variables que articulan o determinan las relaciones de ambas unidades territoriales y aprenderán a negociar sabiendo que la protección de la cuenca será posible en un trabajo sinérgico de ambos o más unidades administrativas relacionadas con la cuenca. Esto permitirá construir planes maestros de manejo de las microcuencas con sus correspondientes procesos educativos y productivos fortaleciendo la hermandad de los pueblos, la convivencia pacífica y la solidaridad, fomentando múltiples formas de interactuar de las poblaciones de los municipios (o Estados) en la microcuenca o cuenca conformando relaciones socioeconómicas que permitan proveer los diferentes satisfactores que se requieren para las necesidades de sus poblaciones logrando el bienestar y la salud de sus pueblos.



La construcción de una cultura de guiar los procesos de desarrollo de los pueblos a través de manejos saludables e integrales de las cuencas, permite que desde temprana edad en los procesos educativos en la familia y la escuela, se desarrolle un nuevo concepto de ciudadanía para la convivencia pacífica entre los pueblos y la convivencia armónica con el medio ambiente para el logro de la salud y el bienestar. Cada persona tendrá la posibilidad de desarrollar un nuevo concepto de ciudadanía como sujeto de derecho y sujeto de responsabilidades en los aspectos políticos, sociales y espacialmente en los aspectos medio ambientales. Las cuencas son los espacios geográficos en el planeta donde se permite recrear una cultura de un profundo respeto a los derechos en donde municipios o Estados colindantes, por muy diferentes que sean sus modelos políticos, administrativos, culturas o lenguas, puedan ganar conciencia del destino común que les une. La cuenca es el espacio que permitirá vivir lo que se planteó en la Conferencia Mundial de Derechos Humanos celebrada en Viena en 1993, en la que se dispuso que todos los Estados tienen el deber, independientemente de sus sistemas políticos, económicos y culturales, de promover y proteger todos los derechos humanos y las libertades fundamentales. La integración de los pueblos que se puede dar a través del cuidado responsable y solidario de sus cuencas para garantizar la salud y bienestar de los pueblos, permite dibujar una nueva forma de organización sociopolítica de la comunidad planetaria, minimizando los tradicionales conflictos fronterizos que han traído tanto sufrimiento y destrucción en los pueblos y al medio ambiente. Los movimientos ecologistas y la responsabilidad creciente de la sociedad civil comprometida con el medio ambiente, pueden jugar una fuerza increíble de reconciliación y hermandad entre los pueblos a través de las discusiones

sobre el manejo de las cuencas y cómo cuidar nuestro destino común cuidando nuestras cuencas. Quienes interactúan con la temática del medio ambiente, saben bien que la riqueza, estabilidad y sostenibilidad de los ecosistemas está dado por la biodiversidad que estos tengan. Esto permitirá una nueva forma de dialogar, donde las diferencias del “vecino” ya no se verán más como una amenaza, una rivalidad, o un adversario, sino precisamente como una gran riqueza, pues es en esa diversidad que podremos hallar nuestra fortaleza para la sobrevivencia en ese destino común que nos dan las cuencas. Las cuencas ahora se convierten en las plataformas o mesas de consenso donde podemos aprender a caminar juntos y juntas a pesar de las historias previas de intolerancia e incapacidad para el diálogo. El manejo racional de las cuencas por los pueblos, municipios y naciones involucradas permitirá superar múltiples imaginarios sociales que reproducen mitos y hostilidades entre “vecinos” (los que están al otro lado de la frontera, frecuentemente demarcada por un río) y que han reproducido modelos adversariales y hostiles de solucionar conflictos. Las “franjas fronterizas de seguridad” van a dejar de ser territorios de hostilidad y alto riesgo para la seguridad de los países para convertirse en los espacios de hermandad, solidaridad y cultura por el respeto de los derechos humanos. Estas mesas de consensos no sólo ayudarán a construir nuevas formas de interacción entre pueblos diferentes, sino que desarrollarán la capacidad de los municipios y acciones vecinas a resolver gravísimos problemas ecológicos históricos que han estado ignorando o postergando, porque no pueden ser solucionados “unilateralmente” sino sólo a través de mancomunidades de municipios y naciones. Entre algunos de estos graves problemas ecológicos que muestran la falta de estrategias concertadas para el uso de recursos comunes están la deforestación indiscriminada, las quemadas, la contaminación de aguas, erosión de suelos, sedimentación, salinización, inundaciones, desastres naturales, baja productividad de la tierra, conflictos bélicos, etc. La rica historia y cosmovisión de los pueblos andinos con respecto a los principios de la “economía solidaria” provee valiosos instrumentos para un manejo integrado de cuencas a través de mesas de consenso donde se permita una cogestión, no solamente de los recursos naturales sino también de la convivencia armónica de los pueblos.

Estas mesas de consenso, en base a las cuencas, también

permitirán manejar más apropiadamente problemas globales que amenazan la sobrevivencia de la especie humana en el planeta, y miles de otras especies de seres vivos.



#### **4. Todos y todas experimentaremos el impacto de los graves cambios climatológicos**

Entre estos problemas críticos que viene a todo el planeta tenemos el calentamiento global, la acidificación, los altos niveles de CO<sub>2</sub> y el efecto invernadero, el deshielo de los grandes glaciares (reservorio de agua para las ciudades y riego de terrenos), cambios impredecibles y súbitos del calendario climatológicos con intensificaciones de sequías y lluvias torrenciales en ciertos lugares del planeta, como también presencia de temperaturas extremas muy altas y muy bajas nunca antes tenidas (impactando gravemente la producción de alimentos en el planeta), granizadas de gran intensidad y en lugares en esperadas, el incremento de frecuencia e intensidad de catástrofes llamadas “naturales”, la escasez de agua fresca para el consumo humano, la elevación del nivel del mar destruyendo áreas de tierra productoras de alimentos y grandes asentamientos humanos a la orilla del mar generando masivas migraciones nunca

antes tenidas en el planeta, etc. Todos estos fenómenos plantean un panorama muy sombrío para el futuro de la humanidad con repercusiones muy serias en el bienestar y la salud de toda la población del planeta. Las graves modificaciones en los ecosistemas alterará seriamente el equilibrio entre flora y fauna generando serias alteraciones especialmente en insectos y microorganismos. Aparecerán gran cantidad de vectores y agentes patógenos en áreas del planeta que antes no estaban presentes. Se van a producir nuevas epidemias y enfermedades que no existían en muchas poblaciones, las modificaciones de temperaturas harán que enfermedades que hoy matan a millones de habitantes del planeta como la malaria, la fiebre amarilla, el dengue hemorrágico se disemine a áreas mucho mayores, incrementando inimaginablemente las muertes por estas patologías. Todas las enfermedades que están ligadas a la escasez o la mala calidad del agua igualmente se incrementarán y se hará muy difícil su manejo. La seguridad alimentaria se deteriorará, incrementando los niveles de desnutrición en los pueblos, lo cual conlleva a una alta vulnerabilidad para que se den muchas otras enfermedades.

Desafortunadamente esta problemática de deterioro del clima global repercute mucho más agudamente en las poblaciones empobrecidas por encontrarse con múltiples condiciones de vulnerabilidad y que tradicionalmente no han tenido acceso a los corredores de poder donde se toman las decisiones. Es por ello que es urgente crear nuevos modelos de desarrollo de ciudadanía donde todos y todas puedan tener una clara conciencia de lo que es el medio ambiente y cómo éste determina en gran parte el bienestar y la salud de los pueblos. Igualmente es urgente promover lo antes posible las mesas de consenso en base a las cuencas ya que es en estos espacios que pueden construirse nuevas formas de diálogos y toma de compromiso políticos para el apropiado manejo de esta problemática de cambios climatológico globales que repercuten en toda la humanidad.

Las comunidades campesinas, que siempre habían tenido increíbles mecanismos de adaptación a las adversidades y climatologías, enfrentarán situaciones nunca imaginadas. Sus mecanismos tradicionales de adaptación y sobrevivencia, transferidos de generación en generación a través de las culturas, van a ser totalmente sobrepasados por la agresividad, difícil predictibilidad

e intensidad de estos cambios climatológicos. Los sectores campesinos quedarán profundamente vulnerables a impactos muy destructivos que amenazan su sobrevivencia, como también la de las comunidades o ciudades que ellos sostienen con la producción de sus alimentos. Si las comunidades empobrecidas y excluidas son las que más van a ser afectadas por los cambios climatológicos, y debido a que son la mayoría de la población del planeta, es urgente incorporarlas al diálogo y al desarrollo de estrategias para frenar y revertir estas profundas alteraciones climatológicas a nivel global. Los sectores empobrecidos no sólo son los que más van a ser afectados, sino también el grupo poblacional más grande que puede contribuir a un nuevo manejo de los recursos naturales y cuidado del medio ambiente.



Es interesante ver cómo lo que estaba conllevando a la destrucción del planeta, el abandono, depredación y destrucción de las cuencas, puede convertirse en el medio para recrear una nueva forma de convivencia en la humanidad. El cuidado de las cuencas va a facilitar que la humanidad aprenda a superar la edad de hierro planetaria, construida en base al ejercicio de la violencia, y aprender a convivir en diversidad, armonía y solidaridad, cuidando del bienestar y salud de todos y todas. Lo que estaba poniendo en riesgo la sobrevivencia de la humanidad, la destrucción de las cuencas, se convierte ahora en el medio que nos puede mostrar nuevas formas de desarrollo de la ciudadanía para la convivencia y sostenibilidad para la presente y futuras generaciones.

Esta concepción de desarrollo de ciudadanía de una forma más integral y altamente comprometida

con el medio ambiente que le sostiene, permitirá desarrollar una cultura de solidaridad en donde los diferentes actores y usuarios de las cuencas, en su gran variedad de interacciones con su territorio adquieren responsabilidades y derechos, según sus sistemas políticos y culturales que determinan una variedad de normas técnicas, leyes y decisiones propias para el bien común. Por ejemplo, los agricultores que tienen sus terrenos agrícolas en laderas, tomarán decisiones apropiadas para seleccionar cultivos y formas de utilizar la tierra que les permitan la conservación de suelos; instituciones gubernamentales brindarán asistencia técnica en recursos forestales promoviendo siembras de especies nativas y maderables de forma apropiada; igualmente contarán con este apoyo agricultores, ganaderos y organizaciones o empresas involucradas en procesos productivos; entidades y organizaciones de la sociedad civil realizarían actividades de veeduría (cuidando el impacto ambiental de los procesos de desarrollo como del cumplimiento de normas y políticas públicas para la protección del medio ambiente), y planteando soporte e innovaciones en el manejo apropiado de recursos y en el desarrollo de cadenas productivas que incrementen el valor agregado sin impacto ambiental destructivo.

La cuenca se ha utilizado como unidad de planeación y de manejo de los recursos naturales, principalmente el agua



Tiene la ventaja de tener fácilmente identificables



El manejo integrado de cuencas permite promover la integración y participación no sólo de los actores responsables e interesados en el aprovechamiento y manejo de los recursos naturales de las cuencas sino también de los diferentes sectores sociales. La sociedad civil será conciente de sus derechos a contar con un medio ambiente saludable (aguas y aire puro, alimentos suficientes y de buena calidad, espacios de recreación saludables, etc.). Igualmente serán concientes de sus

responsabilidades ciudadanas por la búsqueda de modelos de desarrollo que no erosionen su medio ambiente y la elaboración y cumplimiento de políticas públicas que permitan esa convivencia armónica con el entorno ya que esto incide directamente en su bienestar, su calidad de vida y la sostenibilidad de los recursos naturales que es lo que sustenta las cadenas productivas que le permiten satisfactorios a sus necesidades. Una sociedad conformada por ciudadanos y ciudadanas comprometidas con el manejo racional de cuencas permitirá realizar múltiples intervenciones para garantizar ese medio ambiente saludable y esa sostenibilidad de recursos. Permitirá hacer diagnósticos globales e integrados para tener una mejor visión de los problemas, sus causas, sus efectos y las interacciones entre ellos y así conjuntamente desarrollar planes estratégicos maestros del desarrollo integral de cuencas. También incrementarán la capacidad de gestión local, pues permite hacer planificaciones de propuestas de desarrollo local en base a necesidades y potencialidades con acciones a nivel de microcuencas, estimulando una participación más inmediata de las comunidades locales en base a intereses comunes. Algunos ejemplos de estos intereses comunes son el cuidado de sus aguas mejorando el volumen y calidad para consumo y riego, conservación de suelos, agroforestería, manejo de cultivos para seguridad alimentaria, uso racional de agroquímicos, mejorar la sostenibilidad de su productividad, disminución de insumos y costos de producción, control de inundaciones y sequías etc. Igualmente permitirá desarrollar nuevas formas de ordenamiento territorial y ambiental, y posibilitará la relación e interacción espacial y las diferentes decisiones administrativas-políticas, construyendo mancomunidades de municipios o naciones. Permitirá el desarrollo de nuevos mecanismos de concertación y manejo de conflictos en base a las prioridades que permitan cuidar de ese destino común de bienestar social, económico y ambiental que la cuenca determina para todos los que viven en su territorio.

Es crucial que gobiernos locales, municipios y naciones busquen este manejo integrado y racional de cuencas planteando una serie de políticas sociales y económicas (tanto a nivel local y municipal como a nivel nacional e internacional) que incentiven la recuperación, preservación y mejoramiento de los diferentes ecosistemas con sus recursos, al mismo tiempo que se exploran formas creativas de producción que no

degraden el entorno y mantengan la biodiversidad de esos ecosistemas. Se requiere el desarrollo de la capacidad gerencial para desarrollo de proyectos a nivel comunitario y municipal siendo sensibles al impacto ambiental que éstos tengan, como también de planes maestros de cuencas que involucren varios departamentos e inclusive naciones. Si deseamos que la especie humana continúe en el planeta Tierra, las cuencas van a obligar a las naciones, por muy diferentes que sean, y por historias muy largas de animosidad y rivalidad que tengan, a sentarse en las mesas de consensos a construir un destino común que les permita el bienestar y salud de sus pueblos. Es urgente terminar las prácticas económicas extractivas como la deforestación, la pesquería indiscriminada y procesos de generación de energía sin considerar los impactos en los pueblos vecinos al otro lado del río, o los pueblos que viven en las partes más bajas de las cuencas. No pueden seguirse buscando formas “de producción de riqueza” con métodos de poca inversión por muy jugosos que parezcan los retornos. Cualquier intervención que se haga en cierto lugar de una cuenca, repercute seriamente a los pueblos y naciones más abajo de la cuenca (por ejemplo, contaminación de las aguas, envío de gran cantidad de sedimentos, etc.), como también a los pueblos y naciones en las partes más altas de la cuenca (por ejemplo, represas que generan procesos de inundaciones, alteraciones de sistemas productivos y seguridad alimentaria, pérdida de la biodiversidad de los ríos, rupturas de equilibrios ecológicos que generan gran cantidad de nuevos insectos y epidemias como la malaria, el dengue, entre otras, en pueblos que habitan en partes altas de la cuenca y que nunca había tenido estas enfermedades o eran a niveles muy bajos).



Hay que promover estrategias amplias y muchas veces multinacionales para la preservación y utilización

integral y sostenible de bosques y otros recursos forestales si queremos frenar el grave proceso de deterioro del clima global, y si deseamos tener presente el bien social de ésta como de las futuras generaciones. Igualmente deben protegerse y rehabilitarse las cuencas hidrográficas, proteger la erosión de los terrenos agrícolas como también la degradación de praderas. Como se mencionó, las propuestas de desarrollo deben ser integrales y multisectoriales, igualmente el manejo de cuencas debe ser integral considerando aspectos de sostenibilidad cultural (concepción que tienen sus habitantes acerca de territorio, suelos, plantas, animales, formas de autoridad, manejo de recursos, etc.); sostenibilidad ambiental (forma de utilización de recursos naturales que permitan la conservación y reposición de esos recursos como también la capacidad de absorción de desechos que tenga ese proceso de desarrollo); sostenibilidad económica (cadenas productivas, capacidad de producción de la familia o comunidad, generación de fondos o recursos para la reposición de los medios de producción, mercados, rentabilidad, valor agregado a productos y servicios, etc.); sostenibilidad política (niveles organizativos y gobernabilidad del territorio de la cuenca, formas de manejo y redistribución del poder y el control de los recursos con prácticas democráticas y pluralistas que cuenta con respaldo político tanto estatal como del gobierno local y las organizaciones comunitarias etc.); sostenibilidad tecnológica (que la tecnología de manejo de cuenca como de los procesos productivos que se derivan de ella no demande altos insumos, que no cree dependencia, que sea pertinente y apropiada al contexto cultural y socioeconómico; que no genere impactos negativos en la sociedad y en el medio ambiente, que sea incorporada progresivamente por los otros miembros de la comunidad, y que permita desarrollar la capacidad de ir mejorando y adaptando esa tecnología introducida); finalmente, la sostenibilidad del punto de vista de la equidad (con permanentes mecanismos de redistribución de energía entre los componentes dentro de cada sistema y entre los diferentes sistemas –y otros grupos sociales- que se encuentran en la cuenca para lograr un mantenimiento y desarrollo sinérgico de todas sus partes; tanto hombres como mujeres, minorías, tercera edad, niños y niñas, comparten los beneficios logrando comunidades con mayor equidad).

El organismo de las personas continuamente está en contacto con muchos de los elementos de los

diferentes componentes provenientes de la cuenca y el tipo de contacto con esos elementos produce diferentes reacciones o cambios en los organismos. Estas reacciones algunas veces son débiles, otras son fuertes; unas veces nos damos cuenta de la reacción, y otras veces no; unas veces las reacciones son transitorias y otras veces son duraderas o permanentes, etc. Estas reacciones algunas veces son beneficiosas para la salud, otras veces son dañinas para la salud y pueden causar aún la muerte. Por eso podemos concluir que la situación de salud de una familia, comunidad o sociedad depende de la forma en que la cuenca y sus recursos sean manejados. El manejo responsable permite que las interacciones del ser humano con los elementos de la cuenca permitan que las personas sean saludables (Ej. Una buena producción de alimentos mantendrá a una población bien nutrida). Manejos irresponsables de las cuencas ponen en peligro la salud de los grupos humanos (Ej. Una cuenca mal cuidada amenaza con inundaciones en una ciudad asentada cerca de un río en el período de lluvia, o contaminar el sistema de agua potable que utiliza la población de la ciudad).

Muchas de las modificaciones realizadas a las cuencas y a los recursos existentes en ellas intentan mejorar las condiciones materiales de vida. El desarrollo tecnológico y material puede beneficiar la salud porque la familia y la comunidad pueden disfrutar de bienes (viviendas, rutas de comunicación, herramientas de trabajo, etc.) y servicios (agua en la casa, electricidad, etc.) que hacen la vida más placentera, o nos alejan de riesgos que podrían dañar la salud. Otro beneficio de adelantos tecnológicos en las formas de interactuar con las cuencas es que ayudan a disminuir el desgaste excesivo de la fuerza de trabajo (personas), y les permite terminar más rápido sus tareas de producción permitiéndoles más tiempo para el descanso y la recreación, lo cual ayuda a recuperarse del desgaste del trabajo. Desafortunadamente las estrategias desarrollistas en Latino América desde los años 70 y 80 han traído formas muy irresponsables de interactuar con las cuencas depredando recursos y con muy poca o ninguna práctica conservacionista de suelos, dejando serios desequilibrios en los ecosistemas, contaminando nuestras aguas y erosionando nuestros suelos. Además trajeron grandes desigualdades en el acceso a tecnología y el control de recursos trayendo mucha pobreza y sufrimiento a grandes sectores de la población. La utilización de los recursos de la cuenca en las acciones

de desarrollo no se hicieron de una forma sostenible ni con equidad, lo cual no sólo arruinó la calidad de vida de muchas comunidades, sino le saqueó lo que le pertenecía a las siguientes generaciones: energía y recursos indispensables para que puedan sobrevivir.

Las familias y organizaciones campesinas deben fortalecer su organización en base al cuidado y manejo razonable de sus cuencas, lo cual requiere de un enfoque integral. La sostenibilidad de sus sistemas productivos como de las fuentes no económicas de bienestar y condiciones de vida en gran parte están determinadas por la calidad del manejo de sus cuencas. Esto implica un desarrollo claro de políticas locales para el manejo colectivo de los recursos naturales compartidos en las cuencas, políticas relacionados con el impacto ambiental de los procesos productivos y actividades sociales, conservación de suelos y aguas, reforestación y deforestación, quemas, uso de agroquímicos, producción de forraje, crianza y manejo de animales menores como vacunos, ovinos, equinos, porcinos, caprinos, etc.



Ese manejo integral de cuencas empieza por procesos organizativos de grupos poblacionales relacionados directamente con una microcuenca específica. Estos grupos organizados deciden capacitarse en la comprensión integral de la cuenca, lo cual les facilita para lanzarse a hacer un diagnóstico y luego un plan involucrando a todos los actores y sectores para tomar acciones recuperando la cuenca y hacer un uso sostenible de sus recursos (conservación y aprovechamiento). Si bien se requiere una serie de intervenciones y políticas macro a nivel del país y mancomunidades de países, quienes más directamente interactúan con

los procesos vitales de una microcuenca son quienes mejor comprensión de la problemática pueden tener (diagnósticos) y desarrollar mejor conciencia para el cuidado y manejo integral de la cuenca, y finalmente compromiso para el manejo de sus recursos de una forma más responsable. Además estos grupos humanos son más homogéneos y frecuentemente con sistemas de organización que les permite tomar decisiones más consensuadas. También hay que tener en cuenta que técnicamente pocos logros pueden tenerse en el manejo de una cuenca en los valles cuando no se hace un manejo racional en las partes altas. Conjunto de organizaciones o gobiernos locales a cargo de varias microcuencas puedan organizarse y demandar intervenciones y políticas que se requieran a niveles superiores.

Cuando se cuenta con un concepto de salud y de desarrollo integral, cuando se valora la vida como el don más valioso que puede tener el ser humano y las otras especies vivas, cuando se cuenta con un pensamiento estratégico que no fragmente la realidad ni tenga conceptos inmediatistas ni consumistas, comunidades y gobiernos locales y naciones, se podrá asumir fácilmente el manejo integral de las cuencas. Cuando la sociedad civil desarrolle una conciencia crítica acerca de cómo su futuro está entrelazado con el futuro de sus cuencas pueden, a través de sus gobiernos locales y unidades administrativas territoriales, elaborar un plan estratégico de desarrollo integral de cuenca. Inclusive pueden buscar una mejor organización territorial y asociarse con otras unidades administrativas para que la factibilidad de este plan sea mucho mayor. Esto permitiría hacer un manejo más integral de los problemas y conflictos existentes y tener un mayor poder de negociación con niveles superiores y territorios vecinos para que se desarrollen políticas más apropiadas y procesos productivos que permitan un mejor manejo de las cuencas.

Como los gobiernos locales o unidades administrativas tienen una gran variedad de funciones y responsabilidades, es de gran utilidad la conformación de comités u organizaciones que asuman este trabajo de promover y coordinar tanto los procesos educativos sobre manejo integral de cuencas. Estas organizaciones podrán hacer diagnósticos de la situación de sus cuencas, identificación de zonas vulnerables a catástrofes ambientales que amenacen pérdida de vidas humanas

y daños a infraestructuras, al igual que trabajar en cómo coordinar las diferentes acciones que se realizan sobre las cuencas (uso de recursos, prácticas de conservación de suelo, manejo racional de aguas, etc.). Este comité u organización debe representar a los diferentes sectores y deben estar comprometidos para interactuar con ellos para ponerles al tanto de lo que está sucediendo. Esta organización o entidad coordinará actividades educativas, foros, debates, diseños de proyectos para protección de ecosistemas, y planificaciones con los diferentes sectores y organizaciones del territorio que se relacionen con la cuenca para que cada acción sea evaluada desde una perspectiva de impacto ambiental y cómo maximizar la utilización de los recursos de una forma eficiente y sostenible. Además de estas acciones para lograr sistemas integrados de gestión de recursos (de diagnóstico, planificación y monitoreo de lo que sucede en la cuenca), pueden también revisar políticas sociales y de desarrollo (y proponer nuevas) desde una perspectiva del impacto ambiental que estas políticas tienen. El involucrar a la comunidad en procesos educativos sobre la importancia de cuidar la biodiversidad y cómo la estabilidad de una cuenca con sus ecosistemas depende en gran manera de esa biodiversidad, provee un excelente medio educativo para comprender la importancia de mantener la diversidad en la familia, las organizaciones y la comunidad. La diversidad es uno de los mejores medios para garantizar democracias que permitan una estabilidad en el municipio, y una estabilidad con los vecinos que están “al otro lado del río”.



Si bien debe buscarse una intersectorialidad y representatividad de diferentes estamentos del territorio buscando conciliar intereses sectoriales con

los intereses de toda la comunidad y de las siguientes generaciones, frecuentemente esta conciliación no será tarea fácil. Hay que tener en cuenta que aspectos importantes en el manejo racional de la cuenca atentan contra intereses financieros importantes y que si estos sectores tienen una miopía histórica y no pueden prever que sus beneficios inmediatos no son nada sostenibles y a un alto costo de futuras crisis en el territorio, lo más seguro es que enfrentarán fuertes controversias. En lo posible hay que sensibilizar a estos sectores y mostrarles cómo a mediano y a largo plazo sus intereses están protegidos cuando se protegen los intereses de toda la región. No es posible tener mejores formas de convivencia si no aprendemos a convivir en diversidad, aceptando las diferencias y aprovechándolas sinérgicamente para el bien común de municipios y naciones vecinas. Además, así como toda forma de vida juega un rol muy importante en los ecosistemas que no puede ser subvalorado, igualmente no pueden tolerarse formas de discriminación de grupos humanos en nuestras comunidades, o de vecinos geográficos.

Un manejo integral de cuencas representa mejor salud y bienestar para todos/as, mejor disponibilidad y sostenibilidad de recursos, y una serie de bienes y servicios que la cuenca puede proveer para la comunidad y el municipio, varios de ellos pueden ser de buena rentabilidad. Algunos de los beneficios que trae una cuenca con manejo integral son: mejor cantidad y calidad de agua para humanos, animales y riego, mejores vías de comunicación, incremento de la biodiversidad y cultivos, mejor manejo de semillas y productos agrícolas, mejor productividad e ingresos económicos, mejores niveles de consumo de bienes y servicios, comprensión del valor de la diversidad para una mejor convivencia democrática, conservación de bosques, mejores mercados, incremento de valor de los terrenos, menos desastres naturales con pérdidas de vidas y daños a infraestructuras, mayor producción de energía eléctrica (siempre y cuando sean propuestas de micro centrales hidroeléctricas para evitar la profunda destrucción ambiental de las grandes represas), espacios naturales para recreación, y hasta posibilidades de incrementar un turismo responsable y respetuoso a la cultura y a los ecosistemas. De ahí la importancia del desarrollo de la ciudadanía que hemos mencionado como sujetos de derecho y sujetos de responsabilidades no sólo en los aspectos políticos, civiles, educativos y sociales, sino en los aspectos

medioambientales que permitan el bienestar y salud de todos los pueblos y de las siguientes generaciones. Estos son ciudadanos y ciudadanas que han aprendido nuevas formas de construir organizaciones democráticas y participativas, para promover comunidades, municipios, mancomunidad de municipios y naciones saludables, capaces de construir consensos y frenar las agendas depredadoras de algunas empresas locales o foráneas con la naturaleza que sustenta los pueblos. Sólo ciudadanos/as bien comprometidos/as con los procesos tanto locales como a nivel macro que determinan su medio ambiente serán quienes podrán cuidar que sus municipios y naciones sean realmente saludables.



