

<b>INFORME DE AVANCE No</b>	<b>4</b>
<b>PERIODO DEL INFORME :</b>	<b>10/04/2000 AL 10/12/2000</b>

## I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

<b>Título del Proyecto :</b> <b>Contaminación por mercurio desechado al medio ambiente por las actividades auríferas, en la cuenca del río Beni</b>
<b>Institución ejecutora :</b> UMSA-IIQ y IRD (ex-ORSTOM)
<b>Responsables del Proyecto:</b> Dra. Laurence MAURICE-BOURGOIN (parte técnica), IRD ☎: 772459 Lucia ALANOCA (parte técnica) y Jorge QUINTANILLA (parte administrativa) - UMSA-IIQ
<b>Presupuesto Total Aprobado :</b> 253711,50 Bs
<b>Linea de financiamiento :</b> Cuenta Ambiental “ Iniciativas para las Americas ”

## II. ASPECTOS GENERALES

El objetivo general es : **Determinar el impacto del uso masivo de mercurio sobre el medio acuático y la salud humana, en la cuenca del río Beni hasta Rurrenabaque.**

Como está previsto en la metodología y en el plan de ejecución del proyecto, hemos realizado las **2 últimas campañas** de muestreos de agua, sedimentos, peces y cabellos en :

### ➤ **El area del Illimani, en las cabeceras andinas del río La Paz, el 22 de mayo de 2000**

Esta campaña realizada en el marco del financiamiento de la Cuenta ambiental: “Iniciativa para las Américas”, nos ha permitido coleccionar :

- 4 muestras de agua en los rios Apacheta, Kheluluni, Chiquilake Muriyaqui y La Paz, aguas arriba, a dentro y abajo de una zona minera importante, para hacer análisis de mercurio en la fracción disuelta y en las suspensiones.
- 4 muestras de sedimentos en los puntos de muestreo de agua.
- 15 muestras de cabellos coleccionadas en mineros de la mina « Pentecostes », una de las más importantes de la zona aún en actividad.

No se ha podido pescar porque no viven peces en los rios mostrados (el agua es muy turbia y poco caudalosa).

### ➤ **El area del Yani, en las cabeceras andinas, del 23 al 26 de mayo de 2000**

Esta segunda campaña realizada en la zona nos ha permitido coleccionar :

- 5 muestras de agua en el río Yani y uno de sus afluentes, el río San Silvestre, aguas arriba y abajo del río Ancohumá, y en la zona minera para analizar el mercurio en la fracción disuelta y en las suspensiones.
- 5 muestras de sedimentos en los puntos de muestreo de agua.
- 14 muestras de cabellos coleccionadas en mineros de la mina « Nueva Fortuna » que extraen el oro aluvial.

Todas las minas de la zona, 20 por lo menos, desechan sus aguas y el mercurio directamente al río Yani. No se ha podido pescar porque no existen peces en el río Yani (el agua es muy turbia y es de color plomo).

Los análisis de mercurio se realizan en triplicado, en el Laboratorio de Calidad Ambiental del IE-UMSA y son realizadas de nuevo si hay cualquier duda o problema experimental (resultados en los materiales de referencia por debajo del valor recomendado). Los resultados son aprobados por el análisis en paralelo de una muestra de referencia enviada por el IAEA (International Atomic Energy Agency, in Vienna) y otra comprada al NIST (National Institute for Reference and Standard) sobre financiamiento del IRD.

Hasta la fecha, tenemos los resultados de las concentraciones en mercurio en todos los peces, cabellos y sedimentos colectados, analizados por nosotras (Irma Quiroga, Lucia Alanoca, Lizshet Flores y yo) en el LCA del Instituto de Ecología de la UMSA.

Hasta la fecha del 26 de diciembre de 2000, no podemos todavía comparar nuestros resultados con los realizados en el Laboratorio de Radioisótopos de la Universidad Federal de Río de Janeiro para su validación. Seguimos esperando sus resultados y informes de trabajo.

**Considerando los objetivos del proyecto, hemos respondido a todos los objetivos planteados para los 2 años.**

**Con los 3 primeros desembolsos :**

• **Hemos respondido al objetivo 1 :**

‘Adaptación del equipo del Laboratorio de Calidad Ambiental para los análisis de mercurio’. Este proyecto ha permitido completar el Espectrómetro de Absorción Atómica del LCA con accesorios adecuados para el análisis del mercurio, en gamas finas de lectura.

‘Capacitación en las técnicas de análisis del Hg’. El curso se realizó del 5 al 8 de julio 1999, fué dictado por el Prof. Olaf MALM de la Univ. Federal de Rio de Janeiro (Brasil) y por la Dra Laurence Maurice-Bourgoin de l’IRD-Bolivia. El programa está detallado en el tríptico que figura en anexo del informe técnico 3. Participaron del curso quince alumnos de la UMSA, y de INLASA; las mañanas fueron dedicadas a la parte teórica (cf. policopiado distribuido) y las tardes a las practicas en el laboratorio (mineralización de las muestras y lecturas en el Espectrómetro de Absorción Atómica).

• **Hemos respondido al objetivo 2 y 3** ‘Cuantificar la contaminación mercurial en los compartimientos bióticos del ecosistema acuático y sobre la salud humana’, en la zona de Rurrenabaque y en la cabecera del río Tipuani, con los **objetivos C-1, C-2, D, E y F cumplidos.**

• **Hemos respondido al objetivo 4** ‘Cartografía de la contaminación mercurial’. Tenemos resultados de mercurio en los sedimentos de los ríos principales desde las cabeceras del río Tipuani, hasta el río Beni en Rurrenabaque, pasando por la zona de Guanay (ríos Tipuani, Mapiri, Coroico, Challana y Kaka).

• **Hemos respondido al objetivo 5** ‘Información y sensibilización. Hemos realizado un video de 20 minutos (actividad H) y hemos realizados ya 2 campañas de información y sensibilización (actividad I) en las zonas de Guanay y de Rurrenabaque.

Debido al retraso que ha tenido todos los desembolsos del proyecto, se ha podido hacer las campañas en el terreno en las cabeceras andinas con dinero prestado por el IRD, para evitar de trabajar en época de lluvias donde esta zona se hace inaccesible por falta de caminos seguros.

La tabla siguiente presenta un resumen de lo planteado y lo ejecutado en los dos años del proyecto.

**Tabla 1. Análisis sucinto sobre lo planteado (en gris) y lo ejecutado (X) en los 2 años.**

**1<sup>er</sup> año - 1998**

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	MESES												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1 - Capacitar a técnicos Bolivianos a las técnicas analíticas del mercurio	A - Adaptación del equipo de AA y de las ambientes del Laboratorio de Calidad Ambiental del IE		X											
	B - Capacitación a las técnicas de análisis del Hg										X			
Quantificar la contaminación por el mercurio 2 - en el ecosistema acuático y 3 - sobre la salud humana	C - Campañas de muestreos al terreno C.1- Cabeceras andinas									X				
	C.2- Cuenca del Beni en el área de Rurrenabaque			X										
	D - Análisis del Hg				X	X	X	X	X	X		X	X	
	E - Validación de la confiabilidad de los resultados											X	X	
	F - Interpretación de los datos							X					X	X
4 - Zonificación de la contaminación mercurial	G - Cartografía de la contaminación													
5 - Información y sensibilización	H - Elaboración de un vídeo													
	J - Entrega de los informes técnicos							X					X	

**2<sup>ndo</sup> año - 1999**

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	MESES												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Quantificar la contaminación por el mercurio 2 - en el ecosistema acuático y 3 - sobre la salud humana	C - Campañas de muestreos al terreno C.1- Cabeceras andinas								X	X				
	C.2- Cuenca del Beni en el área de Rurrenabaque	X												
	D - Análisis del Hg	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	E - Validación de los resultados											X	X	X
	F - Interpretación de los datos	X						X	X	X		X	X	X
	G - Cartografía de la contaminación												X	X
5 - Información y sensibilización de las poblaciones ribereñas y mineras de las zonas	H - Elaboración de un vídeo	X			X									
	I - Campañas de información y sensibilización										X		X	
	J - Publicaciones en revistas internacionales				X	X								
Informes	K - Entrega de los informes técnicos							X					X	

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

#### 3.1 ACTIVIDADES REALIZADAS Y RESULTADOS OBTENIDOS

La descripción de todas las actividades realizadas durante el primer periodo de financiamiento del proyecto se presenta en la tabla siguiente.

**Tabla 2. Desarrollo y cumplimiento de las actividades cumplidas durante los 2 años del proyecto.**

ACTIVIDADES PROGRAMADAS	CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES	INDICADORES VERIFICABLES
<b>OBJETIVO ESPECIFICO No 1 :</b>		
<b>Capacitar a técnicos Bolivianos en las técnicas analíticas del mercurio</b>		
<b>Actividad A :</b> Adaptación del equipo de AA y de los ambientes del Laboratorio de Calidad Ambiental del IE	<b>Actividad cumplida</b> El Espectrómetro del LCA esta equipado de un FIMS + lámpara de Hg nuevos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facturas PERKIN ELMER (FIMS, mangueras, lámpara, ...)</li> <li>• Destreza en el manejo del SAA por técnicos de la UMSA</li> </ul>
<b>Actividad B :</b> Capacitación en las técnicas de análisis del Hg	<b>Actividad cumplida</b> Del 5 al 8 de julio de 1999 en el LCA de la UMSA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibos de inscripción de los alumnos</li> <li>• Certificados de capacitación distribuidos</li> <li>• El policopiado del curso teórico</li> <li>• Copia del boleto de avión del Prof. O. Malm</li> </ul>
<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS No 2 y 3 :</b>		
<b>Cuantificar la contaminación por el mercurio en el ecosistema acuático y sobre la salud humana</b>		
<b>Actividad C1 :</b> Campañas de muestreos en el terreno en las cabeceras andinas	<b>Actividad cumplida (50%)</b> En la cabecera del rio Tipuani, en el rio Yani del 11 al 13 de junio de 1999	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viáticos, facturas de gasolina, facturas de material (equipo), etc ...</li> <li>• Muestras colectadas</li> </ul>
<b>Actividad C2 :</b> Campañas de muestreos en el área de Rurrenabaque	<b>Actividad cumplida</b> Campaña realizada del 10 al 19 de diciembre 1998	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viáticos, presupuestos de los pescadores, facturas de gasolina, facturas de material (equipo), etc ...</li> <li>• Informe de misión en anexo del informe I</li> </ul>
<b>Actividad D :</b> Análisis del mercurio en las muestras de peces, sedimentos y cabellos humanos	<b>Actividad cumplida</b> - Optimización del protocolo analítico del LCA : dic. - ene. 99 - Realización de los análisis en los peces, sedimentos y cabellos : febrero - septiembre 99	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultados presentados en el parágrafo 3.2</li> <li>• Facturas de reactivos</li> </ul>

<b>Actividad E :</b> Validación de los resultados	<b>Actividad cumplida</b> Para las muestras colectadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Factura de pago del Lab. De Radioisótopos de la UFR (Brasil)</li> <li>• Informes de resultados obtenidos por la UFR (Brasil)</li> <li>• Comparación de los resultados de la UMSA con los de la UFR en el parágrafo 3.2</li> </ul>
<b>Actividad F :</b> Interpretación de los datos	<b>Actividad cumplida</b> Estamos preparando publicaciones en castellano y en inglés de alto nivel científico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultados presentados en el capítulo 3</li> <li>• Publicaciones en revistas nacionales (<i>Rev. Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental</i>, n°6) e internacionales (<i>The Science of Total Environment</i>)</li> <li>• Comunicaciones a congresos Ver al final de este informe en el parágrafo « Artículos publicados »</li> </ul>
<b>OBJETIVO ESPECIFICO No 4 :</b> <b>Zonificación de la contaminación mercurial</b>		
<b>Actividad G :</b> Cartografía de la contaminación	<b>Actividad cumplida</b> Las mapas fueron establecidas a partir del SIG ArcView y de la digitalización de mapas temáticas de Bolivia en el marco del programa IRD BIOCAB.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapa de contaminación de las aguas y de los sedimentos de la cuenca del río Beni desde las cabeceras de los rios Tipuani y La Paz,</li> <li>• Mapa de contaminación de los peces en el rio Beni</li> <li>• Mapa de contaminación en los cabellos de las poblaciones ribereñas de los rios estudiados</li> </ul> <p>Esas mapas estan presentadas en el capítulo 3 de este informe</p>
<b>OBJETIVO ESPECIFICO No 5 :</b> <b>Información y sensibilización de las poblaciones ribereñas y mineras de las zonas</b>		
<b>Actividad H :</b> Elaboración de un video	<b>Actividad cumplida</b> Durante la campaña de octubre 1999 a Rurrenabaque	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El vídeo mismo</li> <li>• La factura de elaboración de este vídeo</li> </ul>
<b>Actividad I :</b> Campañas de información y sensibilización	<b>Actividad cumplida</b> Durante una visita en Guanay el 21 de agosto 2000 Y otra visita a Rurrenabaque y San Buenaventura del 20 al 23 de septiembre 2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mi informe de misión</li> <li>• El informe del Lic. Rafael Tornero</li> <li>• Fotos de Rafael Tornero y mías</li> </ul>

<b>Actividad J :</b> Publicaciones en revistas nacionales e internacionales	<b>Actividad cumplida</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Articulo en la <i>Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental</i>, nº6</li> <li>• Articulo en la revista internacional <i>The Science of Total Environment</i></li> </ul>
--	---------------------------	---

## **3.2 RESULTADOS GENERALES Y PERSPECTIVAS FUTURAS**

### ***3.2.1 Habilitación del Laboratorio de Calidad Ambiental - Obj. 1-1***

La compra de un FIMS, Flow Injection Mercury System, de una lámpara de mercurio y de mangueras nuevas ha permitido especializar el Espectrómetro de Absorción Atómica del LCA (UMSA-IE).

Ahora, los técnicos del LCA (Jaime Chincheros principalmente) y de la UMSA-IIQ (Irma Quiroga, Lucía Alanoca, Vania García y Lizshet Flores) pueden manejar el equipo del SAA y hacer análisis de mercurio con el FIMS.

### ***3.2.2 Optimización del protocolo analítico - Obj. 2-1***

Después de haber revisado la bibliografía, hemos realizado durante diciembre y enero, numerosas pruebas de digestión de varias muestras de peces cuyos valores de mercurio son certificados por el Laboratorio de Radioisótopos de la Univ. Fed. De Rio (Brasil).

**Figura 1. Localización de los puntos de muestreo de agua, sedimentos, peces y cabellos de las campañas FONAMA en la zona de Rurrenabaque y en las cabeceras andinas.**

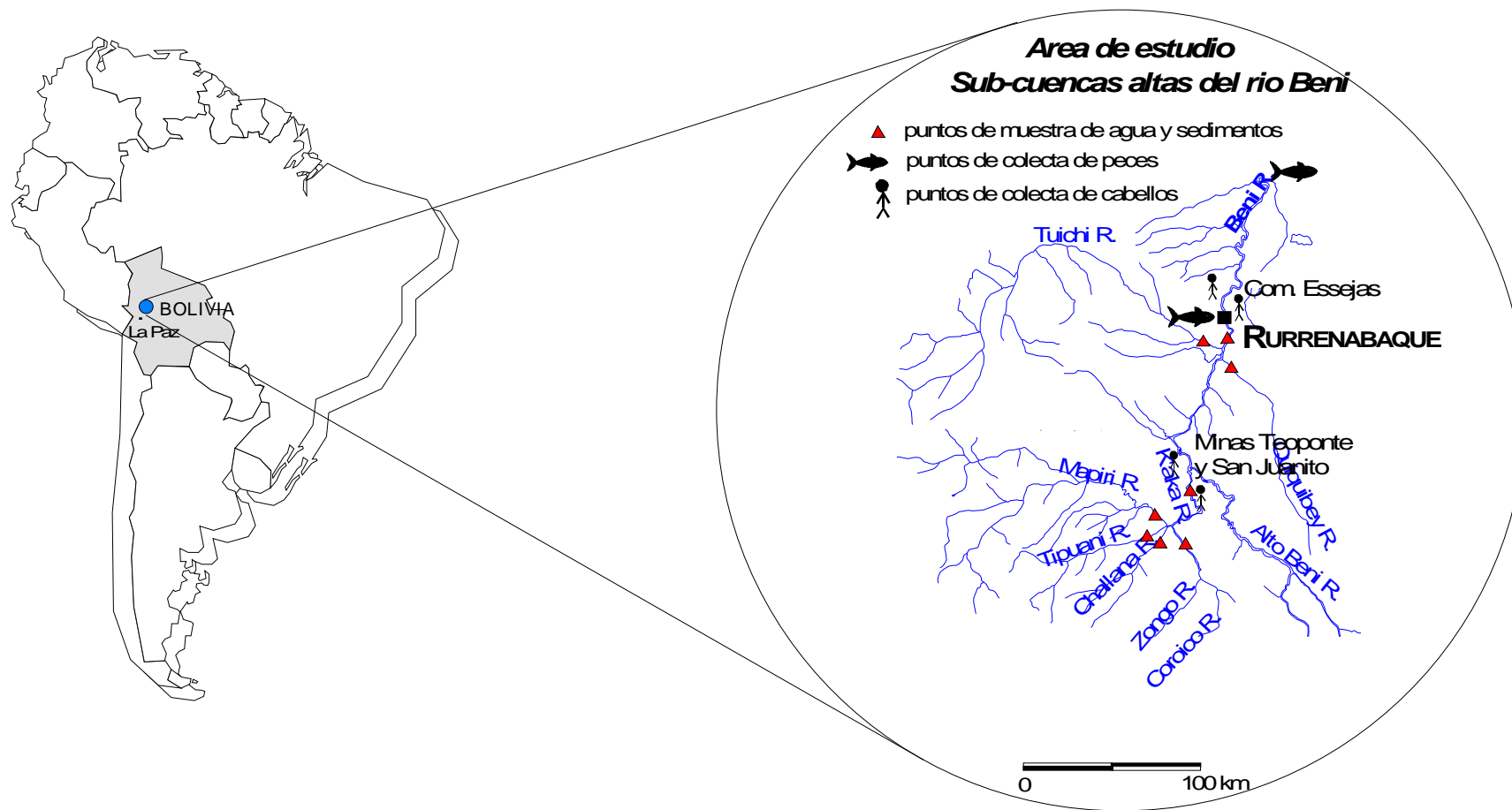








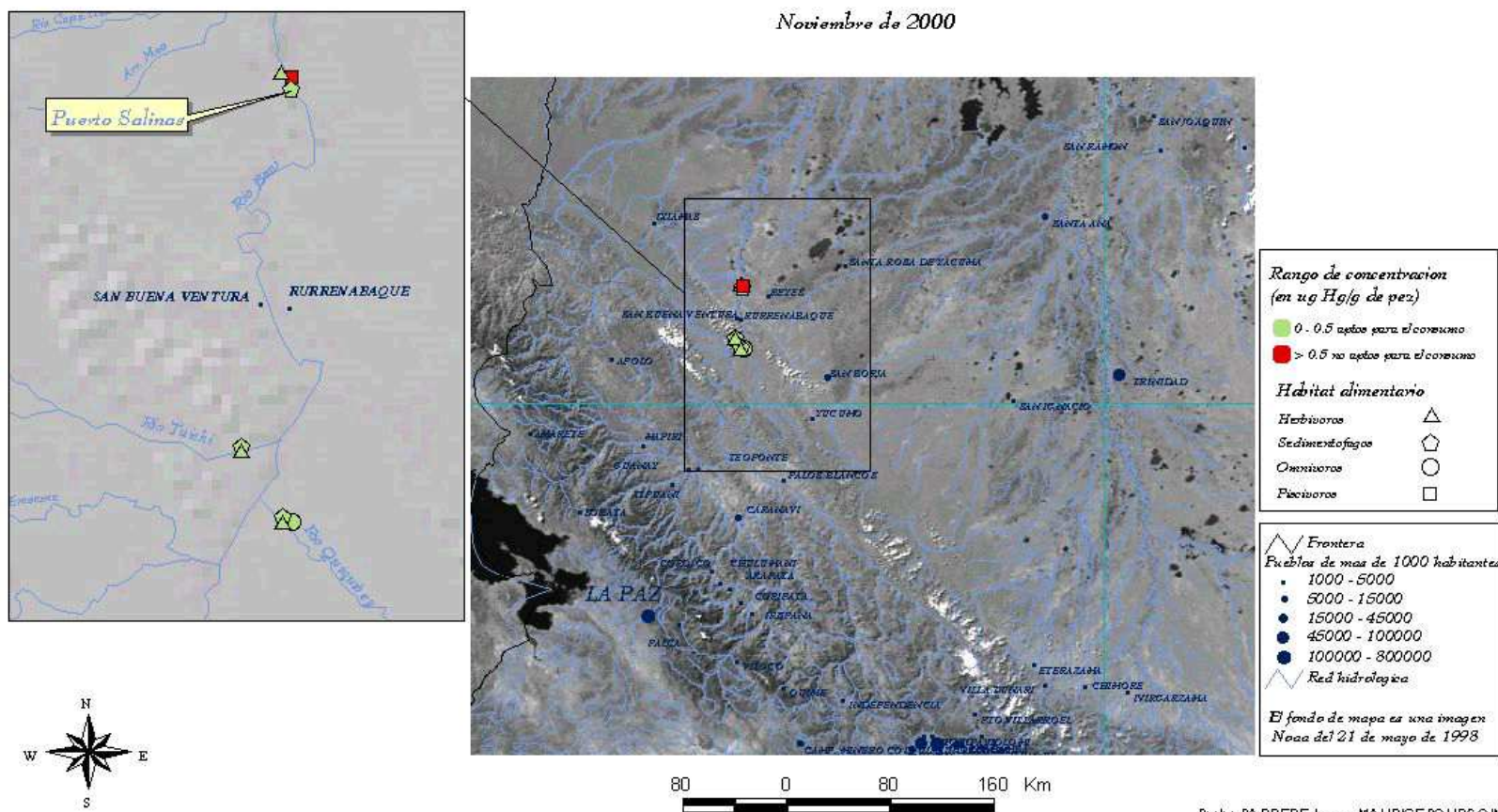
Figura 3. Zonificación de la contaminación por mercurio a partir de las analisis en peces. Estan representadas los valores promedios por categoría de pez (según sus habitats alimentarios).



## Contaminación por mercurio en la cuenca del Rio Beni via el analisis de los peces

Proyecto FONAMA - IRD (ex-Orstom) - UMSA

Noviembre de 2000



### 3.2.3.2 Contaminación por mercurio en los cabellos

De los resultados obtenidos en los cabellos colectados durante las campañas en Rurrenabaque, Guanay, Yani y las faldas del Illimani (tabla 3), se puede clasificar las poblaciones expuestas en 3 tipos en función de los valores obtenidos, **en orden creciente de contaminación** :

1. **Los mineros** que trabajan en cooperativas instaladas en el **rio Kaka**, con concentraciones incluidas entre 0,046 y 1,020  $\mu\text{g Hg.g}^{-1}$  (promedio de **0,301**  $\mu\text{g Hg.g}^{-1}$ )  
Los mineros que trabajan aguas arriba, en el area del **Yani**, con concentraciones incluidas entre 0,05 y 0,21  $\mu\text{g Hg.g}^{-1}$  (promedio de **0,118**  $\mu\text{g Hg.g}^{-1}$ , N=15)  
Los mineros que trabajan aguas mucho más arriba, en las **faldas del Illimani**, en las cabeceras del rio La Paz, con concentraciones incluidas entre 0,023 y 1,224  $\mu\text{g Hg.g}^{-1}$  (promedio de **0,269**  $\mu\text{g Hg.g}^{-1}$ , N=14)
2. **Los ribereños** pescadores y consumidores regular de pescado que viven en Rurrenabaque, con concentraciones incluidas entre 1.513 y 19.392  $\mu\text{g Hg.g}^{-1}$
3. **Las comunidades indígenas**, las más contaminadas con valores entre 6.332 y 19.522  $\mu\text{g Hg.g}^{-1}$  (promedio de **10,00**  $\mu\text{g Hg.g}^{-1}$ )

La OMS ha propuesto 3 valores limite de contaminación por mercurio en los cabellos del ser humano :

- 6  $\mu\text{g Hg.g}^{-1}$  : valor de inicio de riesgo de contaminación
- 15-20  $\mu\text{g Hg.g}^{-1}$  en los cabellos de las mujeres embarazadas : valor tóxico para el feto
- 20  $\mu\text{g Hg.g}^{-1}$  : efectos ya perceptibles en las salud humana

**Tabla 3. Concentraciones en mercurio total analizados en los cabellos humanos colectados durante las ultimas campañas FONAMA (Mayo 2000) en las cabeceras andinas.**

**Concentración de mercurio total en cabellos  
COOPERATIVA MINA: NUEVA FORTUNA                      Zona del YANI**

Numero muestra	Fecha de colecta	Nombre	Edad	Profesión	Parientes	Lugar de procedencia	Habitud alimentario y/o profesional	Hg tot. µg/g	SD	(SD/Moy.) %
FY-135	25/05/00	Julian ROMERO	20		madre normal	Wañajahuira	bajo de estatura, deformaciones en espalda y pecho	< Lim. Det.		
FY-136	25/05/00	Santiago PAYE	42	minero desde sus 15 años		Yani	almuerzo cotidiano, mezcla con las manos, quema	0,070	0,023	22,858
FY-137	25/05/00	Marcelo TORREZ	20	minero desde hace 6 años		Tacacoma	almuerzo cotidiano, mezcla con las manos, quema amalgama	0,181	0,025	9,726
FY-138	25/05/00	Roberto COLQUE SUCA	27	minero desde hace 1 año		La Paz		0,020	0,005	18,968
FY-139	25/05/00	Timoteo SUCA	48	minero desde sus 15 años		Yani	mezcla oro con Hg, y tambien quema	0,098	0,006	4,564
FY-140	25/05/00	Eugenio YANAHUA YA	34	chofer desde 1997		La Paz (Prov. Larecaja)	ha quemado amalgama	0,078	0	0,075
FY-141	25/05/00	Alejandro QUITO	42	minero			amalgama con las manos, quema en su cuarto desde 1980	0,085	0,006	4,764
FY-142	25/05/00	Gregorio MAMANI	56	minero desde sus 17 años		Puerto Acosta (Prov. Camacho)	mezcla y quema amalgama	0,060	0,013	15,473
FY-143	25/05/00	Javier LLUZCO	50	minero desde hace 2 años		Provincia Aroma	esta presente durante la quema de amalgama	0,210	0,009	2,918
FY-144	25/05/00	Ramon VILLCA	29	minero desde hace 10 años		Ilabaya (Prov. Larecaja)	comida normal, mezcla oro aluvial con Hg	0,132	0,016	8,496
FY-145	25/05/00	Concepcion LOZA	40	ama de casa		Sorata (Prov. Larecaja)	comida normal, presencia quema de amalgama, mezcla con las manos	0,194	0,005	1,699
FY-146	25/05/00	Nimio LLUZCO	27	minero desde hace 8 años		Mina Chojlla	quema amalgama, ha mezclado mineral con las manos	0,050	0,015	21,472

FY-147	25/05/00	Reynaldo QUISPE	19	minero desde hace 1 año	Yani	quema amalgama, mezcla con las manos	0,169	0,008	3,445
FY-148	25/05/00	Antonio CHONO	35	minero desde hace 14 años	Rurrenabaque	mezcla amalgama a veces	0,160	0,004	1,771
FY-149	25/05/00	Santiago QUISPE	45	minero desde los 15 años	padre de FY- 147	mezcla mineral con las manos, ha quemado amalgama	0,144	0,002	0,797

**Concentración de mercurio total en cabellos  
MINA PENTECOSTES- REGION DE LAMBATE**

**Zona del Illi mani**

# muestra	Fecha de colecta	Nombre	Edad	Profesión	Parientes	Lugar de procedencia	Habitad alimentario y/o profesional	Hg tot. µg/g	SD	(SD/Moy.) %
FI-121	22/05/00	Alberto ORTIZ	44	minero desde sus 18 años	padre minero, no utiliza mercurio	Santa Rosa Sud Yungas	quema mercurio en su casa 1 vez/semana	0,249	0,006	1,809
FI-122	22/05/00	Martin TANCARA	25	minero desde sus 14 años	padre minero en Bolsa Negra	Bolsa negra	quema en su casa 3 veces/semana, mezcla a mano	1,224	0,065	3,742
FI-123	22/05/00	Narciso HUALEPA	37	minero desde sus 25 años	padre agricultor	Santa Rosa Sud Yungas	amalgama en la casa y quema en la cocina 1 vez/semana	0,123	0,014	8,211
FI-124	22/05/00	Jorge ROJAS	40	minero (antes agricultor)	padres agricultores	Provincia Pacajes	quema en su casa 1 a 4 veces/semana y mezcla a mano (heridas en las manos)	0,023	0,011	33,007
FI-125	22/05/00	Heriberto ORTIZ	24	minero desde sus 15 años	sobrino de FI-121, padres agricultores	Santa Rosa	quema en su casa 2 veces/semana, mezcla a mano	0,023	0,008	25,263
FI-126	22/05/00	Francisco PARI	25	minero desde sus 13 años	padres agricultores	Provincia Los Andes	mezcla a mano, no quema en su casa	0,187		
FI-127	22/05/00	Valentin COLQUES	30	minero desde sus 10 años	padres agricultores	La Paz, pero siempre vivo en Santa Rosa	mezcla a mano cada dia, quema en su casa 1 vez/semana	0,107	0,014	9,251
FI-128	22/05/00	Alejandro CALLIZAY A	32	minero desde sus 12 años	padres agricultores	Santa Rosa	mezcla en su casa 1 vez/semana, quema en su casa	0,037	0,007	12,596

							1 vez/semana en la cocina			
FI-129	22/05/00	Felix S. CALLISAY A	35	minero desde sus 15 años	hermano de FI-128, padres agricultores	Santa Rosa	mezcla a mano 1 vez/semana, quema en su casa 1 vez/semana	0,177	0,01	4,05
FI-130	22/05/00	Lucia COLQUES	28	agricultora	esposa de FI-128	Santa Rosa, padres agricultores	ama de casa, permanece en su casa durante la quema	0,491	0,047	6,757
FI-131	22/05/00	Monje ORTIZ	38	minero desde sus 15 años	padres agricultores	Santa Rosa	mezcla a mano 1 vez/semana, quema en su casa 1 a 2 veces/semana	0,080	0,01	8,575
FI-132	22/05/00	Eleina AGUILAR	40	ama de casa	esposa de minero de wolfram y oro	Santa Rosa	quema en su casa desde hace 4 años	0,131	0,034	18,29
FI-133	22/05/00	Agustin SIRPA	32	minero desde sus 18 años	padres agricultores	Santa Rosa	mezcla a mano 1 vez/semana, quema en su casa 2 veces/mes	0,738	0,01	0,994
FI-134	22/05/00	Andres ORTIZ	54	minero desde sus 15 años (antes agricultor)	sobrino de FI-13, padres agricultores	Santa Rosa	mezcla a mano 1 vez/semana, quema en su casa	0,181	0,031	12,286

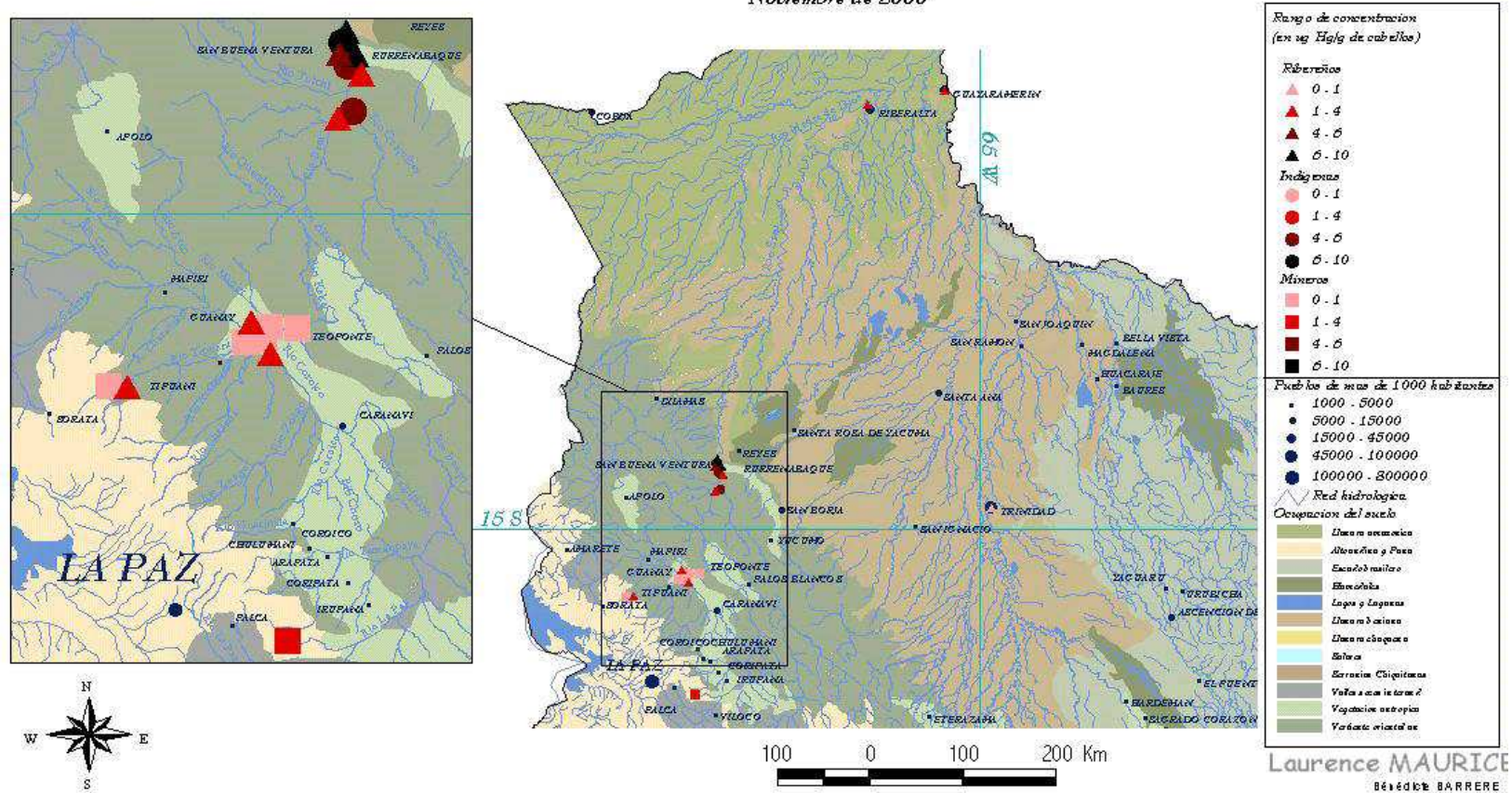
Figura 4. Zonificación de la contaminación por mercurio a partir de las análisis en cabellos. Están representadas los valores promedio por categoría de personas (según sus profesiones y hábitos alimentarios).



## Contaminación por mercurio en la cuenca amazónica boliviana vía el análisis de los cabellos

Proyecto FONAMA - IRD (ex-Orstom) - UMSA

Noviembre de 2000





Se puede notar (figura 4) que de los 3 tipos de poblaciones (mineros, ribereños pescadores e indígenas Essejas), **los mineros están contaminados por el mercurio, especialmente los que trabajan de manera muy artesanal en las faldas del Ilimani, y sin precaución nunca** (ver los informes de los médicos que nos han acompañado).

En efecto, los mineros auríferos están expuestos a 2 formas químicas del mercurio : la forma metálica, que sirve para la amalgama, y la forma vapor cuando queman la amalgama. Esas dos formas, inorgánicas, penetran en el organismo humano, pero es fácilmente y rápidamente eliminado por las vías urinarias.

Los síntomas de intoxicación por el mercurio inorgánico son : bronchitis, cefalea, temblores, e insuficiencia renal principalmente.

Del informe del Dr. Jose Rodrigo, aparece que : De acuerdo al estudio realizado se ha constatado que existe una alta prevalencia de signos en algo mas del 90 % de los examinados que indican la presencia de algún tipo de enfermedad. Se destaca el alto porcentaje de enfermedades estomatológicas como la caries o la gingivitis, luego se destacan en frecuencia las enfermedades gastrointestinales donde destacan las colecistitis y gastritis, a continuación se encuentran las enfermedades respiratorias y cardiocirculatorias como la bronquitis y la insuficiencia cardíaca.

Como conclusión de esos resultados, **se puede afirmar que las personas que tienen el mayor riesgo de contaminación por mercurio son las personas que están en contacto constante con la forma orgánica del Hg, a través del consumo regular de peces carnívoros del río Beni, es decir son personas que no tienen ninguna relación con las actividades auríferas.**

### 3.2.3.3 Contaminación por mercurio en los sedimentos

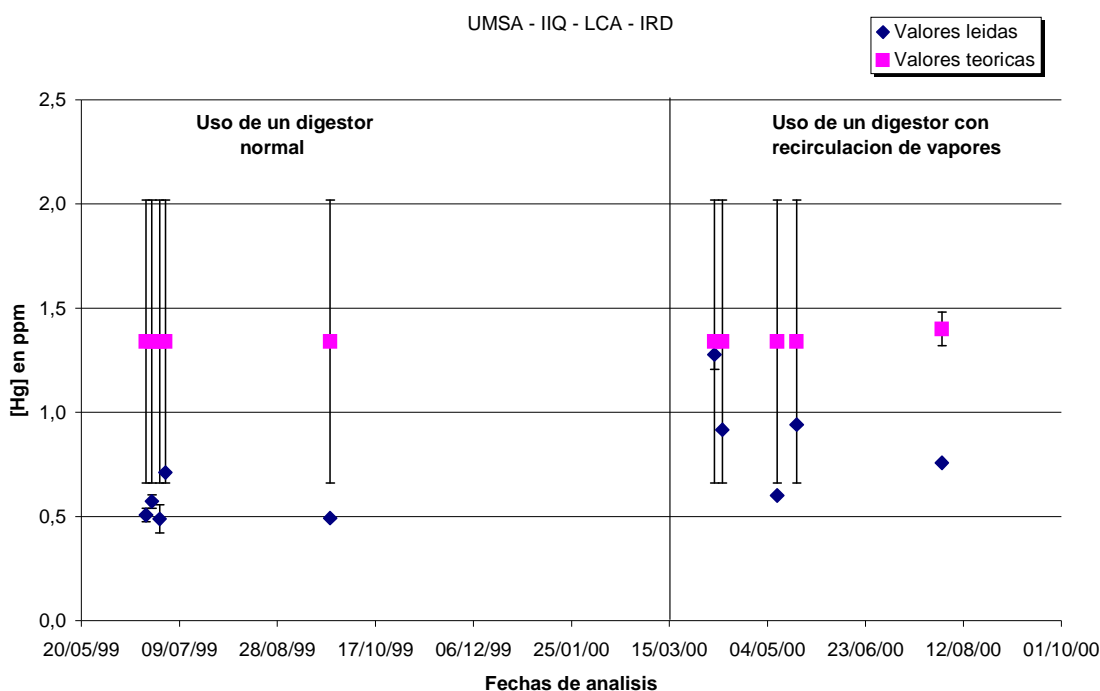
Debido a la composición mineralógica y la heterogeneidad de los sedimentos, hemos optimizado el protocolo de mineralización de los sedimentos haciendo una comparación metodológica con la bibliografía a partir de un material de referencia de suelos disponible en el Laboratorio de Calidad Ambiental del IE (UMSA) y comprados a NIST. El material de Environmental Resource Associates, no es muy adecuado para el mercurio ya que la desviación estandar es muy elevada, de 25.3%.

Se puede notar que durante la primera fase de análisis, los valores leídos en el LCA, en cada jornada de análisis, es inferior al valor recomendado (Figura 5) ; eso quiere decir que los valores de Hg analizados en los sedimentos pueden ser subestimados.

Para mejorar el metodo de mineralización de las muestras de sedimentos, hemos conseguido en el Laboratorio de Suelos, de la UMSA-IE, un digestor con recirculación parcial de los vapores de acido que usamos para digerir las muestras. Se observa que este equipo ha mejorado las digestiones de las muestras de sedimentos (Fig. 5) ya que las valores leídas entran en el rango de las valores recomendadas.

Quisieramos agradecer todo el personal del Instituto de Ecología, de los Laboratorios de suelos y de Calidad Ambiental para su gentil colaboración y su comprensión.

**Figura 5. Calibración de los análisis de mercurio en los sedimentos con lecturas de un material de referencia calibrado.**



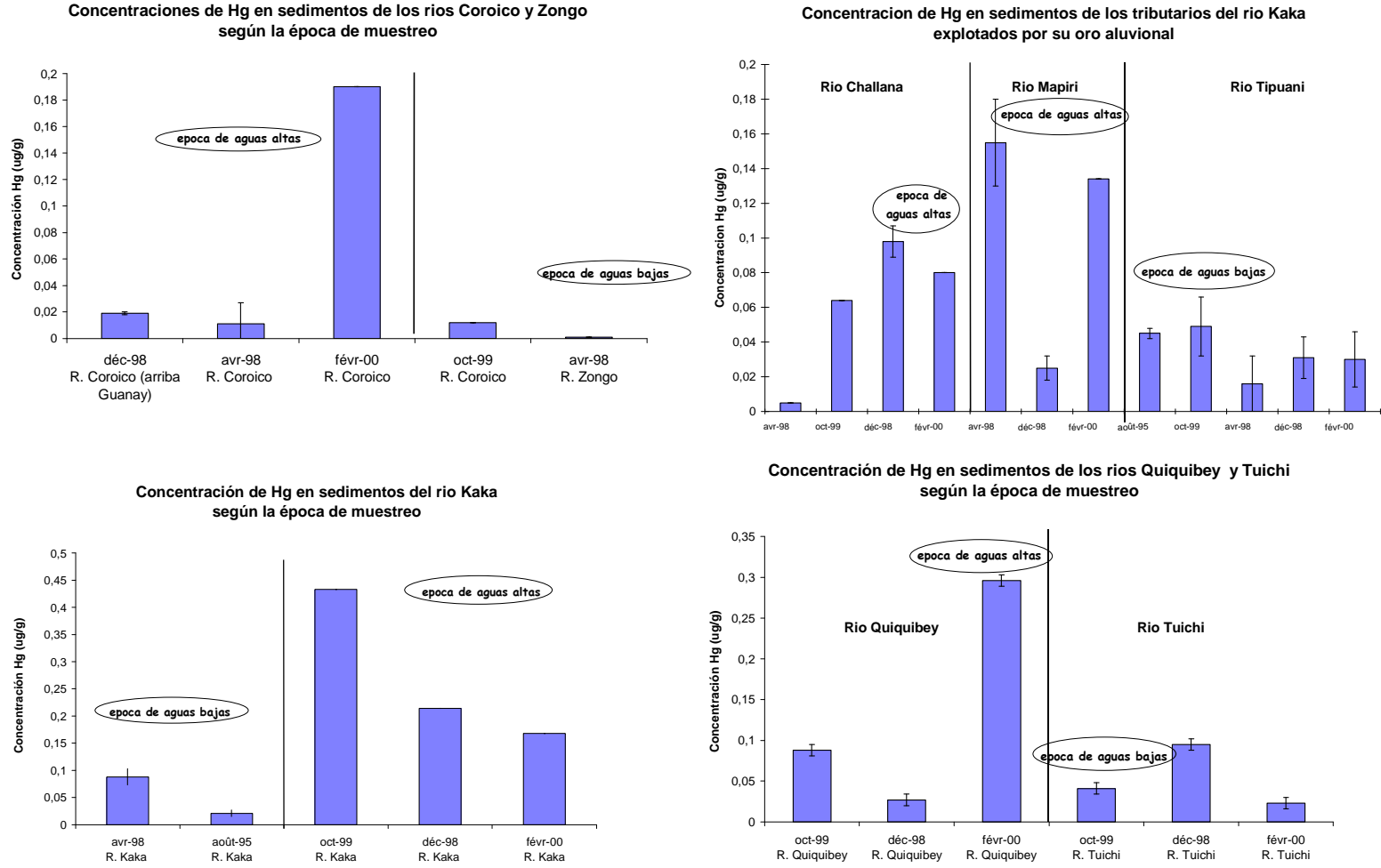
**Tabla 4. Resultados de las analisis de mercurio en las muestras de sedimentos colectados en el marco de este proyecto FONAMA**

Río de muestreo	Fecha de muestreo	Fecha de análisis	Identificación	Conc. Hg (ug/g)	Desv. Estándar (ug/g)
R. Apacheta	déc-99	09/05/00	FI1	0,150	0,015
Arroyo Challiri	déc-99	09/05/00	FI2	<b>35,457</b>	2,374
R. Challiri	déc-99	09/05/00	FI3.2	<b>4,944</b>	0,000
La Paz	déc-99	09/05/00	FI4	0,133	0,013
R. Yani	Juin-99	24/09/99	FY1	0,171	0,010
R. Yani	Juin-99	09/05/00	16'	0,194	0,015
R. San Silvestre	Mai-00	01/08/00	FY2	<b>1,581</b>	0,456
R. San Silvestre afluente	Mai-00	01/08/00	FY3	<b>0,942</b>	0,053
R. San Silvestre	Mai-00	01/08/00	FY4	<b>5,695</b>	0,593
R. Yani arriba R. Ancohuma	Mai-00	01/08/00	FY5.2	<b>0,322</b>	0,000
R. Yani abajo R. Ancohuma	Mai-00	01/08/00	FY6	<b>0,124</b>	0,016
R. Tipuani	oct-99	11/04/00	12'	0,049	0,017
R. Tipuani	déc-98	25/06/99	FTIP1	0,031	0,012
R. Mapiri	déc-98	22/06/99	FMAP	0,025	0,007
R. Challana	déc-98	22/06/99	FCHA1	0,098	0,009
R. Challana	oct-99	07/04/00	7.1'	0,064	0,000
R. Coroico (arriba Guanay)	déc-98	22/06/99	FC1	0,019	0,001
R. Coroico	oct-99	07/04/00	1.2'	0,012	0,000
R. Kaka	déc-98	22/06/99	FK1-1	<b>0,214</b>	0,000
R. Kaka	oct-99	19/05/00	10.1	<b>0,433</b>	0,000
R. Quiquibey	déc-98	22/06/99	FQ1	0,027	0,007
R. Quiquibey	oct-99	07/04/00	6.1'	0,088	0,018
R. Tuichi	déc-98	25/06/99	FT1	0,095	0,033
R. Tuichi	oct-99	07/04/00	4.1'	0,041	0,010
R. Beni	déc-98	25/06/99	FB1	<b>0,210</b>	0,066
R. Beni (Rurrenabaque)	oct-99	19/05/00	15.1	<b>0,134</b>	0,000
<i>Para comparar</i>					
<b>Limite permisible en Bolivia</b>				<b>0,80</b>	
En Brasil					
<b>R. Madeira</b> (Malm, et al., 1995)				<b>0,04</b>	
<b>R. Tapajós</b> (Roulet et al., 2000)				<b>0,21</b>	
En los Andes Bolivianas					
<b>R. Zongo</b> , al pie del glaciar (Maurice-Bourgoin, com. personal)				<b>0,001</b>	

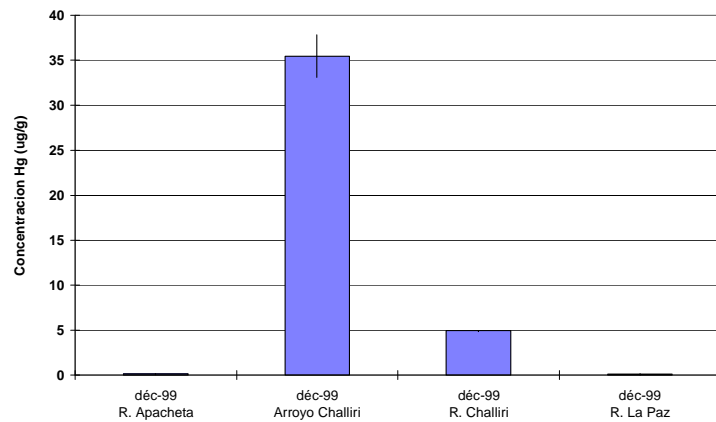
Se puede observar que :

- **Los sedimentos de los ríos de las cabeceras andinas están muy contaminados al pie de las minas. Las concentraciones sobrepasan hasta 44 veces el límite permisible en Bolivia. Las áreas las más contaminadas conciernen los arroyos localizados al pie de las minas situadas en las faldas de los Andes.**
- **Los sedimentos de los ríos subandinos explotados por su oro aluvial, es decir Tipuani, Mapiri, y Kaka, no están tan contaminados como el río Beni, más abajo, en Rurrenabaque.**  
Estos resultados se pueden explicar por el régimen hidrológico y la geomorfología de los ríos. En efecto, la pendiente fuerte de los ríos subandinos favorece el transporte aguas abajo de los sedimentos ; mientras, al pie del piedemonte, en la zona de Rurrenabaque, la pendiente es mucho más reducida, el lecho del río más ancho, lo que favorece el depósito de los sedimentos. Este depósito es favorecido además por una subsidencia observada en la zona (Baby *et al.*, 1999).
- De campañas complementarias realizadas por el IRD en el marco del proyecto HiBAM, **las concentraciones en mercurio aumentan en los sedimentos durante las crecidas** (Fig. 6), debido al proceso de erosión de los suelos, más fuerte durante la época de lluvias.

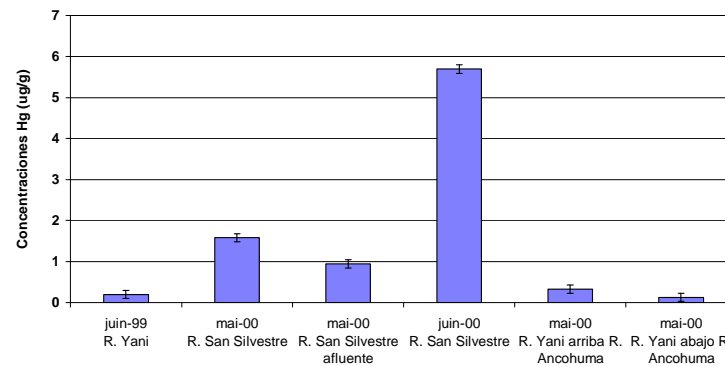
**Figura 6. Resultados de mercurio total en los sedimentos de los ríos de la cuenca del río Beni hasta Rurrenabaque (fechas de colecta entre dic. 1998 y mayo 2000).**



Concentración de Hg en sedimentos en la region del Illimani  
- inicio de la época de aguas altas -



Concentración de Hg en sedimentos de los rios Yani y San Silvestre  
- época de aguas bajas -



### **3.2.3.3 Contaminación por mercurio en las aguas y suspensiones**

Las análisis de mercurio contenido en las aguas y sus suspensiones (tabla 6) colectadas fueron realizadas por Espectrometría de Fluorescencia Atómica, en Canadá, en la Universidad del Quebec en Montreal, en el laboratorio GEOTOP. Los informes, escritos en francés, están presentados en anexo.

**En lo que concierne las cabeceras andinas**, se puede observar que las concentraciones en mercurio arriba de las zonas mineras no es muy fuerte ( $5 \text{ ng l}^{-1}$ ), es del nivel promedio mundial ; pero si, aguas debajo de una mina, como la de las cooperativas “15 de Agosto” o “Pentecostes” o en la zona del Yani, las concentraciones en el agua son multiplicadas por 8 a 20. Lo que es extremadamente fuerte.

Cada campaña fue realizada en época de aguas bajas, es decir en época de alta actividad minera y sin posibilidad natural de auto-epuración o dilución.

A varias decenas de kilómetros aguas abajo, en el río La Paz, se puede observar que los valores de Hg disuelto vuelven a un nivel ‘normal’ en junio 1999 pero en el muestreo de mayo 2000, las concentraciones seguían muy fuertes (Fig. 7).

**La contaminación por mercurio de los arroyos y ríos al pie de las minas auríferas localizadas en las faldas de los Andes es evidente y tremenda. Las concentraciones de mercurio analizadas en estas aguas superficiales superan hasta más de 20 veces el valor promedio mundial.**





**Tabla 5. Concentraciones en mercurio contenido en las aguas y suspensiones de todos los ríos estudiados en el marco de este proyecto.**

Muestras FONAMA de los ríos Yani, Coroico, Tipuani, Challana, Mapiri, Kaka, Tuichi, Quiquibey y Beni en época seca (junio 1999, oct. 1999, nov. 1997) y época de lluvias (dic. 98).

Río	Longitud	Latitud	Muestreo	Temp (°C)	Cond (µS/cm)	pH	TDS (mg/l)	MES (mg/l)	Mat. Org. (% MES)	HgD moy. (ng/l)	Des. Est. (ng/l)	HgP moy. (ng/g)	Des. Est. (ng/g)	HgTot moy. (ng/l)	Des. Est. (ng/l)
Yani R.	W 68°24' 59,9"	S 15°40' 20,0"	12-jun-99	11,5	36,5		18,7	485,06	1,52	56,57	1,09	728,00	361,74	<b>409,69</b>	176,56
Coroico R.	W 67°50' 27,6"	S 15°30' 56,6"	17-nov-97	24,8	35,3	6,89	17,8	125,23	1,86	4,66	0,35	132,00	32,16	<b>21,19</b>	4,38
Mapiri R.	W 67°53' 07,2"	S 15°29' 14,4"	17-déc-98	26	66,9	6,99	33	817,12	0,69	4,93	0,24	171,00	29,82	<b>144,66</b>	69,67
Challana R.	W 67°52' 11,6"	S 15°30' 43,4"	18-déc-98	20,9	17,59	6,12	8,85	445,98	1,54	15,71	0,19	50,00	29,54	<b>38,01</b>	11,27
Tipuani R.	W 67°53' 13,4"	S 15°30' 17,3"	18-déc-98	21,7	18,62	5,98	9,14	230,60	1,07	7,12	0,23	63,00	28,04	<b>21,65</b>	7,45
Kaka R.			17-déc-98	23,6	35,4	6,44	17,7	1146,98	0,73	5,89	0,25	46,00	5,27	<b>58,65</b>	26,47
Tuichi R.	W 67°31' 39,0"	S 14°35' 25,1"	12-déc-98	23,9	59,7	7,43	33,5	691,39	1,06	26,10	0,76	53,00	7,28	<b>62,74</b>	18,97
Quiquibey R.	W 67°32' 08,6"	S 14°38' 11,2"	12-déc-98	26,6	88,1	7,55	44,2	870,86	1,10	19,81	0,05	56,00	6,37	<b>68,57</b>	24,28
Beni R.			12-déc-98	23,9	74	7,4	36,7	2246,55	1,55	13,23	0,18	45,00	18,13	<b>114,32</b>	50,41
Coroico R.	W 67°50' 27,6"	S 15°30' 56,6"	16-oct-99	26,3	33,8	8,06	16,8	5,40	12,18	8,36	0,22	700,50	260,92	<b>12,14</b>	1,63
Mapiri R.	W 67°53' 07,2"	S 15°29' 14,4"	17-oct-99	26,2	110,1	7,25	55,2	222,02	9,20	33,41	0,72	246,00	77,78	<b>88,03</b>	17,99
Challana R.	W 67°52' 11,6"	S 15°30' 43,4"	17-oct-99	23,3	21,8	6,65	11,1	6,87	17,57	5,04	0,28	1100,50	120,92	<b>12,60</b>	1,11
Tipuani R.	W 67°53' 13,4"	S 15°30' 17,3"	17-oct-99	23,7	22,1	6,24	11,2	1323,38	7,21	3,48	0,21	47,50	2,12	<b>66,34</b>	3,02
Kaka R.			17-oct-99	26,4	90,4	7,19	45,4	136,45	8,80	35,52	0,04	370,50	60,10	<b>86,07</b>	8,24
Tuichi R.	W 67°32' 42,4"	S 14°35' 30,3"	13-oct-99	28,5	75,8	7,7	38	57,22	6,45	4,64	0,25	197,00	59,40	<b>15,91</b>	3,65
Quiquibey R.	W 67°31' 37,5"	S 14°37' 14,2"	13-oct-99	32,6	233	8,31	116	35,47	8,48	4,83	0,11	84,00		<b>7,81</b>	0,11
Beni R.	W 67°29' 45,2"	S 14°31' 36,9"	13-oct-99	25	137,7	7,81	68,7	103,71	7,11	8,36	0,22	248,50	3,54	<b>34,13</b>	0,59

**Muestras FONAMA de los rios y arroyos localizados en las cabeceras andinas, al pie de minas auríferas importantes, en época de lluvia (dic. 1999) y en época seca (mayo 2000).**

Rio	Longitudo	Latitudo	Muestreo	Temp (°C)	Cond (µS/cm)	pH	TDS (mg/l)	MES (mg/l)	MVS (% MES)	HgD moy. (ng/l)	Des. Est. (ng/l)	HgP moy. (ng/g)	Des. Est. (ng/g)	HgTot moy. (ng/l)	Des. Est. (ng/l)
Rio Apacheta	67°48'32,0"	16°37' 18,6"	13-déc-99	10,1	96,1	7,59	48,1	94	11	5,43	0,12	4270,0	449,7	<b>407,35</b>	42,45
Arroyo Challiri	67°45'03,2"	16°37' 18,6"	13-déc-99	10,6	67	8,26	33,5	9	27	<b>472,23</b>	12,82	<b>152814,5</b>	1936,8	<b>1819,78</b>	29,90
Rio Challiri	67°44'58,0"	16°37' 15,8"	13-déc-99	9,8	64,9	7,42	32,6	23	5	39,79	0,18	<b>113692,0</b>	5228,3	<b>2604,14</b>	118,11
Rio La Paz	67°27'48,5"	16°36' 48,3"	13-déc-99	25,9	814	8,43	408,0	<b>4708</b>	5	6,20	0,22	751,5	38,9	<b>3544,26</b>	183,32
Rio Apacheta	67°42'55,5"	16°31' 19,4"	22-mai-00	7,2	133,9	8,09	67,2	2	52	63,76	0,49				
Rio Kheluluni	67°41'15,0"	16°37' 21,8"	22-mai-00	10,8	66,7	7,84	33,5	1	62	67,42	2,78				
Rio Chiquilake	67°40'29,8"	16°38' 07,4"	22-mai-00	12,6	97,3	8	48,8	26	10	94,72	1,64				
Rio Muriyaqui															
Rio La Paz	67°27'44,2"	16°36' 47,5"	22-mai-00	19,6	977	8,52	490	<b>1096</b>	5	68,64	2,58				

Los resultados de Hg en las suspensiones de las 4 ultimas muestras nos van a ser comunicados en enero 2001 ; el Laboratorio del UQAM, en Canada, se ha atrasado un poco en el fin del año 2000. Van a estar incluidos en el informe final con los demas resultados.

**Figura 7. Concentraciones de mercurio en las aguas y suspensiones del río La Paz y sus afluentes andinos, al pie de minas, y de los tributarios del río Tipuani, en el área del Yani. Campañas de diciembre 1999 y mayo 2000.**

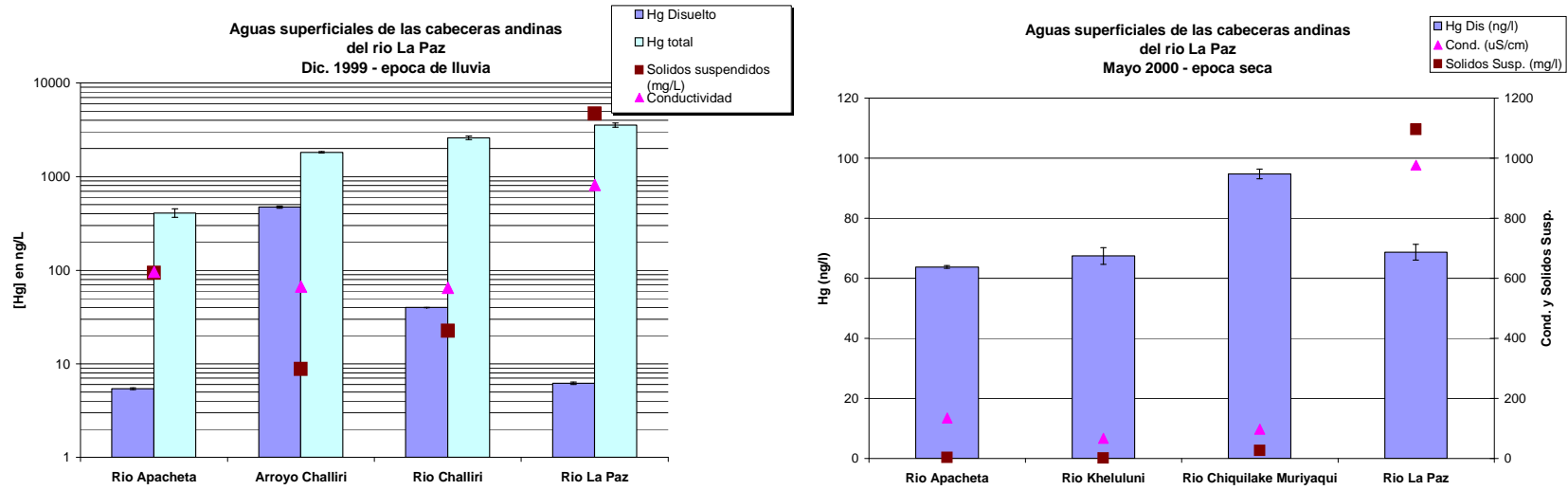


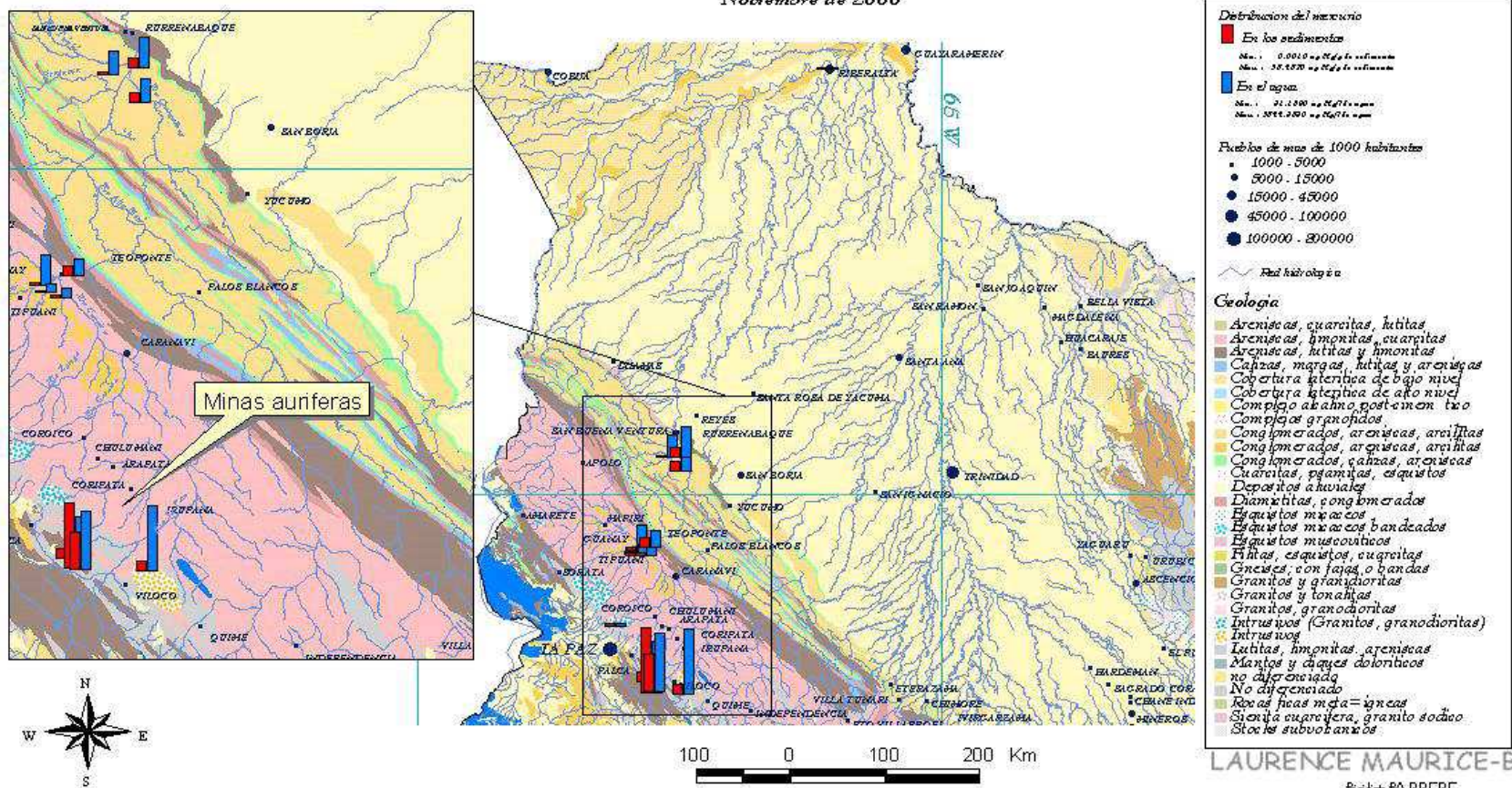
Figura 8. Zonificación de la contaminación por mercurio a partir de las analisis en aguas y sedimentos. Estan representadas los valores promedios por punto de muestreo.



## Distribucion del mercurio en las aguas y en los sedimentos de la cuenca amazonica boliviana. Epoca de aguas altas

Proyecto FONAMA - IRD (ex-Orstom) - UMSA

Noviembre de 2000



### 3.2.3 Validación de los resultados de Hg en peces, cabellos y sedimentos

Por falta de respuesta este año, del Laboratorio de Radioisotopos de la Universidade Federal de Rio de Janeiro, no podemos comparar nuestros resultados de Hg obtenidos en las muestras de las 4 ultimas campañas con las analisis de este laboratorio brasileño.

Les he escrito unas cuatro veces ; el Director me ha contestado que habian recibido bien nuestras muestras pero que no tenian tiempo para analizarlas. Me han prometido hacerlo lo mas antes posible.

## IV - CONCLUSIONES

**En conclusión, esos resultados fueron verificacados varias veces en el LCA de la UMSA, en La Paz. Para asegura la validez de esos resultados hemos tenido que hacer series de analisis en el LCA durante casi todo el año 2000 y quisieramos aprovechar para agradecer al personal del Laboratorio para su comprensión.**

**Se puede concluir de todos modos que :**

- **Las minas situadas en en las cabeceras andinas, al pie del Illimani y en la zona de Yani, contaminan fuertemente las aguas superficiales y los sedimentos de los arroyos y rios cercanos (las concentraciones en mercurio total en estas aguas sobrepasan más de 20 veces el valor promedio mundial) en epoca seca donde no hay mucha agua pero una actividad minera intensa, y tambien en epoca de lluvias.**
- **el 87% de los grandes peces piscívoros del rio Beni, en la zona de Rurrenabaque, están contaminados por el mercurio y no son aptos para el consumo (sobrepasan hasta 5 veces el valor limite de la OMS).**
- **las poblaciones contaminadas por el mercurio son las que consumen regularmente los peces del rio Beni, es decir los ribereños pescadores y las comunidades indigenas (Essejas) que tienen como unica fuente de proteinas, los peces del rio.  
Las concentraciones obtenidas en sus cabellos son alarmantes y afectan sobre todo a los niños desde su nacimiento ya que están contaminados *in utero* por sus madres.**
- **Los mineros están tabien contaminados por el mercurio pero de otra manera, ya que están en contacto con su forma inorgánica que se elimina más facilmente del organismo vias urinarias. Tiene mas riesgo de contractar a enfermedades cronicas tipo bronchitis, cefalea, temblores, e insuficiencia renal principalmente.**

Estos resultados de análisis de mercurio en los peces y cabellos de la cuenca del rio Beni fueron publicados en una revista internacional de alto nivel cientifico (*The Science of Total Environment*), y también van a ser publicados en un periodico nacional para comunicar a la población de los riesgos potenciales de consumo regular de especies ictiófagas de peces del rio Beni.

Fueron difundidos en el canal 13 de Rurrenabaque y San Buenaventura, a traves de la difusión regular del video durante los meses de septiembre y octubre 2000.

## **V. RECOMENDACIONES**

Para enfrentar este problema, las principales recomendaciones que podemos formular son :

1. Informar y sensibilizar a los gobernadores
2. Educar y sensibilizar a las poblaciones ribereñas del río Beni
3. Recomendar el consumo regular de peces omnívoros y con menor regularidad de peces carnívoros
4. Proponer técnicas alternativas de extracción del oro con un uso controlado del mercurio
5. Sensibilizar a los mineros respecto al uso masivo de mercurio sobre los efectos sobre su salud y las consecuencias ocasionadas río abajo
6. Sensibilizar a las poblaciones al hecho de que la deforestación y la construcción de carreteras favorecen el proceso de erosión de los Andes y obviamente la contaminación de las aguas por mercurio y otros metales pesados
7. Evitar la construcción en la zona de Rurrenabaque de embalses que retienen el mercurio y contaminan toda la cadena trófica
8. Prever un monitoreo a mediano plazo de esta contaminación en la cuenca Amazónica Boliviana, no tanto en aguas y peces pero también sobre la salud humana de las poblaciones con mayor riesgo

## ARTICULOS PUBLICADOS EN EL MARCO DE ESTE PROYECTO

**Maurice-Bourgoin L.**, Quiroga I., Chincheros J. and Courau P., 2000a. Mercury distribution in waters and fishes of the Upper Madeira rivers and mercury exposure in riparian Amazonian populations. *The Science of Total Environment*, 260: 73-86.

**Maurice-Bourgoin L.**, 2000-2001. Total mercury distribution and importance of the biomagnification process in rivers of the Bolivian Amazon. In : *Ecohydrology of South American Rivers and Wetlands* Book (McClain M. Ed.), UNESCO-IHP's Ecohydrology Programme.

**Maurice-Bourgoin L.**, Quiroga I., Malm O., and Chincheros J., 1999b. Contaminación por mercurio en agua, peces y cabellos humanos en la cuenca Amazónica Boliviana. *Revista Boliviana de Ecología y de Conservación Ambiental* (Fund. Patiño Ed.), N° 6, pp. 239-245.

### Comunicaciones a congresos internacionales y nacionales

Maurice-Bourgoin L., I. Quiroga, L. Alanoca, J. Chincheros, and O. Malm, 2000c. Distribución del mercurio en la cuenca Amazónica Boliviana. Importancia del proceso de biomagnificación en la cadena trófica acuática. In : *Seminario de restitución BIOBAB*, La Paz (Academia de Ciencias), Bolivia

Maurice-Bourgoin L., L. Alanoca, I. Quiroga, J. Chincheros, and P. Fraizy, 2000d. Influencia de las actividades humanas sobre el hidrosistema Amazónico y sus implicaciones sobre la salud humana Caso de la contaminación por mercurio en Bolivia : Conocimientos científicos y recomendaciones. In : *Seminario Cambios Globales – Tema 10 : Mecanismo de Desarrollo limpio*, La Paz (Academia de Ciencias), Bolivia.

Maurice-Bourgoin L., I. Quiroga, O. Malm, and J.L. Guyot, 1999a. - Mercury pollution in the Bolivian Amazonian basin – In : *5<sup>th</sup> International Conference on Hg as a global pollutant* (Barbosa J.P., Melamed R. and Villas Bôas R., Eds), Rio de Janeiro, RJ, Brazil, pp : 152.

Maurice-Bourgoin L., I. Quiroga, O. Malm, P. Courau, 1999b. - Total mercury distribution in the Bolivian tributaries of the Madeira River. Importance of the biomagnification process in the aquatic food-chain. In : *Manaus 99 – Hydrological and Geochemical Processes in Large-scale River Basins* (HiBAm Project, Guyot J.L. Ed.), Manaus, Brazil (CD-ROM).

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Baby P., Guyot J.L., Deniaud Y., Zubieta D., Christophoul F., Rivadeneira M. and Jara F., 1999. The high Amazonian basin : tectonic control and mass balance. In : *Manaus 99 – Hydrological and Geochemical Processes in Large-scale River Basins* (HiBAm Project, Guyot J.L. Ed.), Manaus, Brazil (CD-ROM).
- Barbosa, A.C., Silva, S.R.L., and Dórea, J.G. (1998a) Concentration of mercury in hair of indigenous mothers and infants from the Amazon basin. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 34, 100-105.
- Barbosa A.C., and Dórea, J.G., (1998b) Indices of mercury contamination during breast feeding in the Amazon basin. *Toxicol. And Pharmacol.*, in press.
- LIDEMA (Liga de Defensa del medio ambiente), 1993. Estudio de impacto ambiental por la explotación de oro en la region de Nueva Esperanza, Araras, del departamento de Pando, La Paz, Bolivia. 175 pages + annexes.
- Malm O., Pfeiffer W. C., Souza C. M. M. and Reuther R., 1990. Mercury Pollution Due to Gold Mining in the Madeira River Basin, Brazil. *AMBIO*, **19**(1): 11-15.
- Maurice-Bourgoin L., Quiroga I., Guyot J.L. and Malm O., 1999. Mercury pollution in the upper Beni River basin, Bolivia. *AMBIO*, **28**(4): 302-306.
- Roulet, M.; Lucotte, M.; Canuel, R.; Farella, N., Guimarães, J.-R.D.; Mergler, D. and Amorim, M. 2000. Increase in mercury contamination recorded in lacustrine sediments following deforestation in Central Amazonia. *Chemical Geology*, 165 : 243-266.



# **ANEXOS**

## ANEXO 1



INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT

### IRD (ex-ORSTOM) Bolivia

Dra. Laurence MAURICE BOURGOIN

CP 9214

LA PAZ - BOLIVIA

TEL : (591 2) 77 24 59

FAX : (591 2) 22 58 46

MÉL : [lmaurice@mail.megalink.com](mailto:lmaurice@mail.megalink.com)

Cite : 2000/10

La Paz, el 5 de octubre de 2000

#### Señores

**Lic. Rafael Tornero J. y Ing. Jaime Guaman**

**Evaluador del proyecto y Responsable E.-I.A. / Fundación CEIBO**

**Lic. Jorge Quintanilla**

**UMSA-IIQ**

**Presente**

**REF. :            PROYECTO P87/97“CONTAMINACIÓN POR Hg EN LA CUENCA DEL RIO BENI”  
                      INFORME DE SALIDA A RURRENABAQUE DEL 20 AL 23 DE SEPT. DE 2000**

De mi mayor consideración,

Este informe para informarles de mi salida a Rurrenabaque del 20 (11h00) al 23 (13h00) de septiembre del 2000 en compañía del Lic. Rafael Tornero. Esta salida nos ha permitido llevar a cabo las campañas de información y sensibilización de las poblaciones inmersas al problema de la contaminación por mercurio.

#### **Campañas de difusión y sensibilización**

Aprovechando del festejo organizado por el V<sup>to</sup> aniversario del Madidi (ver carta de invitación del Director del CI), en las localidades de Rurrenabaque y San Buenaventura, del 20 al 22 de septiembre de 2000, se llevaron a cabo las campañas de información y sensibilización de las poblaciones inmersas. Esas campañas de información fueron realizadas por mi persona en compañía del Lic. Rafael Tornero del CEIBO. Para este efecto, se difundió la información sobre los resultados de laboratorio obtenido en el marco del proyecto, a :

- Los pobladores de Rurrenabaque y San Buenaventura
- Las comunidades indígenas Essejas
- Las autoridades municipales

Esta información fue difundida por medio del video de sensibilización realizado en este proyecto, de entrevistas con los alcaldes de Rurrenabaque y San Buenaventura, con las organizaciones que trabajan en la zona también (CI, WCS, SERNAP), y de fichas sintéticas de información en castellano. Se difundió también por radio local una entrevista donde se presentó los aspectos más relevantes del proyecto.

Por otro lado, con el Lic. Rafael Tornero, se chequearon los puntos de muestreo como referencia para la toma de muestras de agua, sedimentos, peces y cabellos.

De mi mayor consideración, le saludo a ustedes muy atentamente.

Dra. Laurence MAURICE-BOURGOIN  
Coordinadora técnica por parte del IRD del proyecto

