

La Paz, 24 de Mayo del 2003

Señor:  
Ing. Carlos Diaz E.  
DIRECTOR EJECUTIVO  
DEL SENAMHI

Ref: Informe de misión al Beni, Marzo-Abril del 2003

Realizada del 25/03/03 al 06/04/03 por :

Philippe VAUCHEL (Ing. Hidrólogo IRD)  
Oscar FUERTES (Tec. Hidrólogo SENAMHI)  
Guillaume QUANTIN (Estudiante Francés)

## **Introducción**

Los objetivos de la comisión eran los siguientes :

- Acompañar al señor Francis SONDAG del IRD a Rurrenabaque para la puesta en marcha de la estación ORE (Observatorio Regional del Ambiente). Se trata de capacitar a la observadora Sonia KOGA para que tome cada día 10 del mes una muestra de agua del Río Beni, y que haga las filtraciones para análisis posterior de los elementos Mayores, Trazas y Aniones.
- Dar a conocer al estudiante francés, Guillaume QUANTIN, el Río Beni, y hacer un máximo de perfiles transversales que le servirán para una modelización hidrodinámica del mismo.
- Probar y poner en marcha el nuevo equipo traído por Guillaume QUANTIN : ecosonda y GPS con salida NMEA, para batimetría.
- Aforar el Río Madidi y los otros tributarios del Río Beni : Biata, Geneshuaya y Ivón, y muestrear el agua para MES, aniones, cationes y trazas.
- Controlar y pagar los observadores, y seguir con los aforos para calibración de las estaciones.

## Ilustraciones



Figura 1 : Instalación de la ecosonda y GPS en el deslizador de la naval



Figura 2 : Vista del monitor de la ecosonda

## **1 – Desarrollo cronológico de la comisión**

### **Martes 25 de Marzo 2003**

Preparación de los equipos a las 7h de la mañana. Salida de La Paz a las 10h. Llegada a Rurre a las 22h

### **Miércoles 26 de Marzo 2003**

Rurre-San Buenaventura a las 9H. Capacitación de la observadora Sonia KOGA para muestreo y filtración. Ensayo preliminar, y toma de muestra con filtración. Toma de una muestra para MES : a las 11h40, H = 240, filtración de 260 ml.

Pago de la observadora Sonia KOGA para los meses de Febrero y Marzo.

Por la tarde, empezamos la conexión de la ecosonda y del GPS al computador. El material ha llegado con los cables desnudos. Conexión de tomas seriales a los 2 equipos, y prueba poniendo el PC en modo terminal : la ecosonda funciona, pero hay problemas con el GPS, por falta de documentación adecuada.

### **Jueves 27 de Marzo 2003**

Llevamos al señor SONDAG al aeropuerto. Acabamos con la conexión del GPS al PC. Prestamos con la Naval de Rurre una versión del Visual Basic 4.0, que nos servirá para desarrollar un pequeño programa de adquisición de los datos en el PC, para batimetría. Instalación del paquete, y inicio de la programación.

Por la tarde, subimos al Angosto del Bala para control del limnígrafo del SENAMHI. El aparato no ha funcionado desde su puesta en servicio el 19 de Febrero 2003, el flotador se ha descolgado y caído en el tubo. Imposible poner de nuevo en funcionamiento sin flotador.

A las 15h30, H = 520 en el Bala

A las 16h00, H = 236 en Rurre

A las 17h, aforo en Rurre, H = 236 cm, Q = 2650 m<sup>3</sup>/s

### **Viernes 28 de Marzo 2003**

Salida de Rurre a las 7h, llegada a Riberalta a las 17h. Tomamos contacto con el Comandante de Distrito de la Naval, Roberto RAMALLO, para prestar un deslizador y un motor de 55 hp que nos permita subir río arriba hasta Puerto Cavinás en los días siguientes, para cumplir con los objetivos principales de la comisión : batimetría, aforo de los tributarios y muestreo. Acordamos la salida del deslizador de Riberalta para el Lunes siguiente.

### **Sábado 29 de Marzo 2003**

Preparación de la salida a Puerto Cavinás. Conseguimos 3 tambores de 200 litros para gasolina. Compra de gasolina, víveres y equipos para el viaje.

Escritura del programa en Visual Basic 4.0 para la adquisición de los datos del GPS y de la ecosonda para batimetría. El programa parece funcionar, permite guardar en un archivo de tipo texto los datos siguientes : Fecha y Hora del punto, Latitud, Longitud, Profundidad y Temperatura del agua, con un ritmo de adquisición cada segundo.

### **Domingo 30 de Marzo 2003**

Salida de Riberalta a las 7h. Aforamos la estación de Riberalta.

A las 8h30,  $H = 927$  cm,  $Q = 13\,410$  m<sup>3</sup>/s

Salida a Miraflores a las 9h, llegando a las 12h. Aforo de la sección.

A las 12h30,  $H = 849$  cm,  $Q = 7\,190$  m<sup>3</sup>/s

Pagamos el observador Donald MARIGUA para los meses de Febrero y Marzo, y entregamos frascos para muestreo.

A las 15h30, hemos vuelto a Riberalta, y hacemos una prueba del dispositivo para batimetría a las 16h. Después de unos ajustes al programa Visual Basic, este funciona satisfactoriamente, y hacemos 4 perfiles transversales a nivel de la sección de aforo.

### **Lunes 31 de Marzo 2003**

A las 7h, transportamos la gasolina y varios equipos al puerto de la Naval, para cargar en el deslizador que debe salir este mismo día para Peñas Amarillas con el motorista Victor DURAN. Esta previsto que nos unamos al deslizador el día siguiente en Peñas Amarillas, para que podamos seguir el trabajo de aforo durante el día Lunes.

Llegamos a Cachuela Esperanza a las 12h, está lloviendo. Salimos con nuestro pequeño deslizador, buscando aguas arriba una sección propicia para aforar. Encontramos una sección aceptable a unos 10 km de distancia, y aforamos.

A las 15h,  $H = 842$  cm,  $Q = 12\,800$  m<sup>3</sup>/s

A la vuelta a Cachuela, nivelamos las escalas, porque el elemento de 800 a 900 cm situado en el barranco ha sido afectado por el paso de una draga, y se ha hundido. Encontramos que este elemento se ha hundido de 18 cm. Al mismo tiempo, tenemos dos cotas :

- $H = 860$  cm en el elemento del barranco, hundido de 18 cm.

- H = 845 cm en el elemento situado debajo del puente. Para este nivel de cota, los niveles en este elemento están influenciados por los aportes de un pequeño tributario que pasa debajo del puente, lo que explica la diferencia de 3 cm.

Pago del observador, Claudio TAPIA, para los meses de Febrero y Marzo, y entrega de frascos.

Llegada a Guayaramerín a las 17h. Controlamos y pagamos al observador Nestor DÁVALOS para los meses de Febrero y Marzo, y le entregamos frascos. Terminamos la compra de víveres en Guayaramerín para la salida del día siguiente a Puerto Cavinás.

### **Martes 1<sup>er</sup> de Abril 2003**

Salida de Riberalta a las 7h, llegamos a Peñas Amarillas a las 11h, la carretera está en mal estado a consecuencia de las lluvias del día precedente. Nivelación del nivel del agua con referencia a un clavo que habíamos puesto en la comisión de Octubre 2002. El nivel del agua está a 4,58 m debajo del clavo.

En Peñas Amarillas, el deslizador de la Naval aún no ha llegado, lo esperamos hasta las 13h. Se ha atrasado porque el Comandante RAMALLO le ha pedido llevar a 3 marinos con víveres a Puerto Cavinás, y solamente ha salido de Riberalta el día anterior por la tarde. Cargamos los equipos al deslizador, y salimos a las 14h.

El deslizador está muy cargado, y no pasa la velocidad de 18 km/hora. Se prevé una llegada a Puerto Cavinás para el día siguiente por la tarde, y no es posible hacer mediciones durante la subida, por falta de espacio y de tiempo. Pasando frente a la boca del Biata, se nota que este tributario está con caudal fuerte, trayendo al Beni plantas acuáticas. Dormimos en Blanca Flor.

### **Miércoles 2 de Abril 2003**

Llegamos a Puerto Cavinás a las 17h. La cota en la escala de la Naval es de 179 cm. Descargamos una parte de los equipos, y salimos de inmediato para aforar el Río Madidi a las 17h30, midiendo un caudal de 355 m<sup>3</sup>/s.

Tomamos una muestra en el Río Madidi de un litro, para filtración en la noche. Al momento de la muestra, tenemos:

K = 76,4  $\mu$ S      pH = 6,37      T° = 27,6 °C

También aforamos el Río Beni aguas arriba de la boca del Río Madidi, midiendo un caudal de 3 770 m<sup>3</sup>/s.

Muestreo del Río Beni aguas arriba de la boca del Río Madidi. Al momento de la muestra, tenemos:

K = 145,6  $\mu$ S      pH = 6,20      T° = 26,6 °C

Acampamos en el puesto de la Naval, y hacemos las filtraciones, de las 9h a las 12h30 para el agua del Río Madidi, y de las 3h a las 6h de la madrugada para el agua del Río Beni.

Buscamos como comprar más gasolina, para tratar de subir río arriba hasta la boca del Río Negro al día siguiente, pero no encontramos.

### **Jueves 3 de Abril 2003**

A las 6h30, la cota en la escala de la Naval de Puerto Cavinás es de 201 cm. Salida de Puerto Cavinás a las 8h, para volver a Peñas Amarillas. Empezamos la batimetría desde Puerto Cavinás, haciendo un perfil cada 10 km. El deslizador, más ligero, alcanza una velocidad superior a 30 km/hora, pero la presencia de mucha madera flotando obliga a la prudencia.

En la boca del Río Biata, hacemos un aforo. Pero como el Río Beni está subiendo, está taponando al Río Biata, y el caudal es muy débil y difícil de medir. Parece que los remansos de la hélice del motor afectan a la medición, por eso terminamos haciendo la medición a remos. Obtenemos así una estimación del caudal a 1,5 m<sup>3</sup>/s.

Tomamos en la boca del Río Biata una muestra de un litro. Al momento del muestreo, tenemos:

K = 35,2  $\mu$ S                      pH = 6,10                      T° = 28,6 °C

Llegamos finalmente a Peñas Amarillas de noche a las 19h, después de 220 km de navegación en el día. Nos hospedamos en una pequeña pensión, haciendo filtraciones de la muestra del Río Biata hasta la 1h de la noche.

### **Viernes 4 de Abril 2003**

A las 8h, aforo del Río Beni en Peñas Amarillas. El nivel del agua está a 3,75 m debajo del clavo de referencia, obtenemos un caudal de 4838 m<sup>3</sup>/s. El ADCP funciona mal, a consecuencia de un mal contacto en el cable que lo une al PC.

Oscar FUERTES y Guillaume QUANTIN se quedan en el deslizador, para seguir con la batimetría cada 10 km, y con los aforos y muestreos en la boca de los Ríos Geneshuaya e Ivón, mientras que Philippe VAUCHEL vuelve a Riberalta con el vehículo.

### **Programa de Philippe VAUCHEL**

Llegada a Riberalta a las 13h, dejando ciertos implementos en el pañol de la base naval. Agradecimiento al Comandante RAMALLO del Distrito Naval. A las 13h40, la cota en Riberalta es de 956 cm. Espera del deslizador en el puerto a partir de las 17h.

### **Programa de Oscar FUERTES y Guillaume QUANTIN**

Batimetría cada 10 km.

Aforo en la boca del Río Geneshuaya, el ADCP funciona mal, pero se obtiene finalmente un caudal de 21 m<sup>3</sup>/s

Muestreo en la boca del Río Geneshuaya, pH = 5.70, T° = 26,9 °C

Aforo en la boca del Río Ivón, el ADCP no funciona más. A partir del perfil transversal, se hace una estimación del caudal a 25 m<sup>3</sup>/s

Muestreo en la boca del Río Ivón, pH = 5.76, T° = 27,6 °C

Llegada a Riberalta a las 19h, después de 180 km de navegación, descarga de los equipos que quedaban en el deslizador.

Filtración de las muestras de las 21h hasta la 1h, y de las 3h a las 6h de la madrugada.

### **Sábado 5 de Abril 2003**

Salida de Riberalta a las 7h, llegada a Puerto Teresa (Río Yata) a las 12h30, y almuerzo. Philippe VAUCHEL olvidó su maletín en Riberalta, por eso tenemos que volver a Riberalta. Llegamos a Riberalta a las 18h, bajo la lluvia, y la carretera se está dañando. Después de reparar una llanta pinchada, salimos de nuevo de Riberalta a las 20h, con el temor de quedar bloqueados en las pozas que se han abierto entre Riberalta y el Triángulo.

En efecto, cerca del Río Ivón, hay vehículos y camiones enlodados. Al jalar una camioneta que nos obstruye el paso, se recalienta el embrague de nuestra movilidad. Seguimos nuestro camino toda la noche, llegando a Puerto Teresa (Río Yata) al amanecer.

### **Domingo 6 de Abril 2003**

Entre Santa Rosa y Reyes, el embrague de nuestro vehículo deja de funcionar, cerca de las 14h. Tenemos que seguir remolcados por un camión hasta Rurrenabaque. Dejamos nuestro vehículo parqueado en el hostal Beni a las 19h.

### **Lunes 7 de Abril 2003**

Conseguimos un pasaje en avión con la TAM en la mañana, y volvemos a La Paz a las 13h. Los chóferes del IRD irán a traer el vehículo en Rurre en los días siguientes.

## 2 – Resultados de la comisión

### 2.1 – Perfiles transversales

Los perfiles están reunidos en la tabla 1 presentada a continuación.

Tabla 1 : Secciones transversales entre Puerto Cavinás y Riberalta

Nº perfil	Margen Inicio	Distancia MD	Distancia MI	Altura MD	Altura MI
1	MD	10	10	10	0
2	MI	8	5	0	3
3	MI	8	10	1	2,5
4	MI	6	4	2,5	0
5	MI	5	10	1	15
6	MI	3	3	4	0,8
7	MD	8	5	0	12
8	MI	10	4	0	0,5
9	MD	6	6	1	0
10	MI	15	6	0	1,3
11	MI	4	5	2,5	0,6
12	MI	8	2	0	0,5
13	MI	5	6	1	1
14	MI	6	3	0	1,2
15	MI	6	5	1	2
16	MI	10	6	0,5	0
17	MI	6	7	1,5	1
18	MI	6	4	0,4	4
19	MI	5	3	0	3
20	MI	6	4	1	1
21	MI	8	2	0	2
22	MI	10	12	10	1
23	MI	10	5	3	2
24	MI	10	5	1,5	3
25	MI	20	8	2	2
26	MI	10	4	2	0
27	MI	10	20	1,5	1
28	MD	5	5	2	0,5
29	MD	5	30	1	0
30	MD	4	3	1	0,5
31	MD	10	5	1,5	1
32	MI	5	3	0	0,5
33	MI	5	10	1,5	0
34	MI	5	3	10	2
35	MI	10	3	1	0,5
36	MI	8	10	1	0,5
37	MD	3	8	1,5	1
38	MI	10	15	1	0
39	MI	30	7	1	1
40	MD	10	10	1	1,8
41	MD	15	3	0	1,5
42	MD	4	3	10	1,5

## 2.2 – Muestreos de agua para MES y sólidos disueltos

La tabla 2 presentada a continuación resume las principales características de las muestras.

Tabla 2 : Características de los puntos de muestreo de agua  
(Mediciones físico-químicas in situ)

Río	Estación	Latitud (° Dec)	Longitud (° Dec)	Altitud (msnm)	Fecha	Cota (cm)	Caudal (m3/s)	Temp (°C)	Cond (µS)	PH (°)	MES (mg/l)
Madidi	Cfl_Beni	-12.56233	-66.97260	172	2-4-3	179	355	27.6	76.4	6.37	
Beni	Cfl_Madidi	-12.56598	-66.96306	164	2-4-3	179	3770	26.6	145.6	6.20	
Biata	Cfl_Beni	-11.75002	-66.78036	156	4-4-3		1,5	28.6	35.2	6.10	
Geneshuaya	Cfl_Beni	-11.42486	-66.45975	164	4-4-3		21	26.9	?	5.70	
Ivon	Cfl_Beni	-11.11822	-66.12019	133	4-4-3		25	27.6	?	5.76	

## Conclusión

En el curso de esta comisión, se han realizado los objetivos planteados. Se ha probado con éxito una nueva técnica para batimetría, usando un GPS acoplado a una ecosonda. Por lástima, este equipo no se puede quedar siempre en Bolivia, se tiene que compartir con los agentes de IMD en Peru y Brasil.

Durante esta comisión, se ha podido tener más datos sobre los tributarios del Río Beni entre Rurre y Riberalta, en situación de estación de lluvias. Pero se puso en evidencia que la medición de los caudales de los pequeños tributarios es delicada, porque su caudal está muy influenciado por las variaciones de cota en el Río Beni, por lo que no es siempre representativo de sus aportes reales.

Oscar Fuertes, SENAMHI

Philippe Vauchel, IMD