

Ref: Informe de misión al Beni

Realizada entre el 05/03/02 al 17/03/02 por

Philippe VAUCHEL (Ing. IRD)
Oscar FUERTES (Tec. SENAMHI)
Julio Cesar SALINAS (Chofer IRD)

Introducción

El objetivo de la misión era lo siguiente :

- Instalar escalas en las estaciones principales de los ríos Beni, Madre de Dios y Mamoré.
- Contratar observadores para lecturas de escala y muestreo de agua.
- Hacer mediciones de caudal con ADCP en todas las estaciones, probando el nuevo soporte.

Para este objetivo, se salió al campo el martes 19 de Febrero con el equipo siguiente : 4 canales de hierro de 6m x 80mm, 4 canales de hierro de 2m x 100mm, 4 angulares de 6m x 38mm, 2 platinas de 6m x 38mm, 1 generador eléctrico de 1.25 kVA, 1 taladro, 1 amoladora, 21 reglas limnimétricas, 60 envases para muestreo, y el ADCP 600 KHz.

Martes 05-03-02

Salida de La Paz a las 10h, después de cargar el material, usando para los perfiles de 6 metros de largo el soporte especial hecho para la movilidad (figura 1). Llegada a Santa Rita de Buenos Aires a las 18H, y entrega al observador, Plácido Averanga, del torno reparado y del contador nuevo traído desde La Paz. No hubo tiempo para aforar.



Figura 1 : Soporte con perfiles de hierro

Miércoles 06-03-02

Llegada a Rurrenabaque a las 16 H. El Capitán de Puerto Suboficial Mario Alave, quien siempre nos brinda una excelente colaboración, nos proporcionó un deslizador con motor. Hicimos un aforo con el ADCP, poniendo a prueba el nuevo soporte de aluminio elaborado en la semana anterior. El nuevo soporte facilita mucho el trabajo, y permite aforar con velocidades altas, lo que no fue posible en la misión anterior. Se obtuvo el resultado siguiente :

$$H = 316.5 \text{ cm} \quad Q = 4\,980 \text{ m}^3/\text{s}$$

El aforo se ubica perfectamente sobre la curva de descarga establecida anteriormente para la estación de Rurrenabaque, confirmando la curva ya establecida.

Jueves 07-03-02

Salida de Rurrenabaque a las 8 horas, y llegada a Riberalta a la 01 horas de la Mañana, bajo la lluvia, después de 540 km de carretera en mal estado. Entre Reyes y Santa Rosa, el terraplén de pura tierra está destrozado por los camiones, con huellas muy hondas llenas de lodo, y camiones pegados (ver figura 2).



Figura 2 : Carretera Reyes – Santa Rosa

Viernes 08-03-02

Este día fue consagrado a la preparación de los trabajos de la zona :

- Contacto con la comandancia (comandante Roberto Ramallo) y la capitania de puerto (suboficiales Cossio y Flores) de la Naval, para el préstamo de un deslizador y un motor, y la ubicación de un nuevo sitio para instalar escalas fijas. Excelente colaboración.
- Contacto con Marco Antonio Gonzalez, hidrógrafo del SEMENA, quién conoce las alturas de los mojones.
- Preparación de un dispositivo para la medición de cotas en Miraflores.

En Riberalta, tanto el SEMENA como la Naval leen los niveles, pero lo hacen con una escala móvil, instalada en el puerto, que es frecuentemente tumbada por los barcos. A nuestra llegada, esta escala no se encuentra, y las lecturas se hacen a partir de niveles referenciados al piso de una casa afectada por la inundación. La instalación de una verdadera escala fija es urgente, pero es difícil encontrar un buen sitio, los barrancos son frecuentemente inestables, y sobran los barcos y la madera flotante a lo largo de la ciudad. El mejor sitio parece ser el barranco por debajo de la comandancia de la Fuerza Naval, cerca de la confluencia entre el Madre de Dios y el Beni.

Sabado 09-03-02

Se llego a Guayara Merín a las 9H. Tomando contacto con el SEMENA y la Fuerza Naval, para entender como estas dos instituciones hacen sus lecturas de cotas.

El encargado de las lecturas del SEMENA es el Ing. Raúl Ventura Santa Cruz. Las lecturas se hacen en una escala móvil situada en el astillero del SEMENA. La cota indicada al momento de nuestra visita es de 745 cm. Esta escala es normalmente referenciada a un mojón, pero en los últimos años, los topógrafos del SEMENA de Trinidad casi no vienen más a controlar su nivelación, lo que hace dudar sobre su nivelación, puesto que el observador la mueve “al tanteo” según sus propias palabras.

El encargado de las lecturas de la Fuerza Naval es el Capitán de Puerto Ayllon Vargas. Las lecturas consisten en cotas de barranco, es decir la diferencia de nivel entre el barranco y la superficie del agua. La referencia de nivel del barranco es el solar ubicado frente a la Capitanía. La cota indicada al momento de nuestra visita es de 214 cm debajo del barranco. Una nivelación rápida nos da más **bien una cota de 240 cm** debajo de la referencia del barranco.

A las 12H30, la cota leída en la escala fija situada al lado brasilero es de 1015 cm.

Para salir de la confusión en Guayara Merín, era urgente instalar una escala fija al lado boliviano. Para eso, nos basamos en el mojón instalado en el astillero del SEMENA. Teóricamente, tenemos según el SEMENA :

Cota del mojón : 121.892 m s.n.m.

Cota del cero de la escala : 112.510 m s.n.m.

En base a esta información, pudimos nivelar la escala móvil del SEMENA, llegando a **una cota de 678 cm** en vez de 745 cm. Esta nivelación nos indica también **una diferencia de nivel de -337 cm con la escala brasilera.**

Decidimos instalar la nueva escala fija en el complejo portuario construido hace poco por el SEMENA, cuyo muelle proporciona un soporte ideal para una escala. Instalamos una escala de 400 a 1000 cm soportada por un perfil de acero en U de 80 mm, fijado a un pilar del muelle con dos abrazaderas. Esta escala fue nivelada de manera que indique la misma cota como observada en el astillero.



Figura 3 : Escala nueva de Guayara Merín

Domingo 10-03-02

Fin de la instalación de la escala a las 9h30 (ver figura 3).

Contratación como observador de René Miasaky Daza, administrador del complejo portuario de Guayara Merín. Este observador esta a cargo de las lecturas dos veces al día, y de la toma de una muestra de agua cada Lunes.

Aforo con ADCP a las 11H, con el resultado siguiente :

H = 679.5 cm Q = 11 850 m³/s

Al medio día, hicimos un reconocimiento a Cachuela Esperanza, para buscar un sitio donde instalar una escala, y buscar un deslizador y un motor con la Capitanía de Puerto para el aforo del día siguiente. Al llegar a Cachuela Esperanza, el Beni es bastante alto, y no se ve ninguna escala. Según los pobladores, siguen existiendo escalas, pero están debajo del agua. Un soporte de limnígrafo sigue saliendo del agua, pero su tubo está inclinado (ver figura 4). No existe ningún mojón.



Figura 4 : Soporte de limnígrafo



Figura 5 : nueva escala de Cachuela Esperanza

Lunes 11-03-02

El mejor lugar para instalar una escala es un puentecillo sobre un pequeño afluyente, situado a la orilla del Beni. Se instaló en el puente un perfil de hierro de 80mm x 6 m, con elementos de escala de 500 a 1000 cm (ver figura 5).

Sin ninguna referencia para nivelar el cero de la nueva escala, se instaló de manera tentativa, para tener lecturas lo más pronto posible. La nivelación definitiva se hará en aguas bajas, esperando encontrar en este momento una referencia de nivel de la escala antigua.

Se contrató como observador a Claudio Tapia, para hacer lecturas 2 veces al día, y tomar muestras de agua del río cada lunes.

Intentamos hacer un aforo con un deslizador y un motor de la Naval, pero al momento de empezar, el Capitán de puerto se dio cuenta del mal estado de su motor. Entonces contratamos a un transportista con una lancha de madera y un motor tipo “peque-peque” para aforar aguas arriba de la cachuela. Sin embargo, en esta sección, el ADCP tenía mucha dificultad para detectar el fondo (árboles o rocas en el fondo?), y la poca movilidad del bote no permitió ubicar otra sección más favorable.

Martes 12-03-02

Instalación de los elementos superiores de la escala de Riberalta, en base a las informaciones de nivel proporcionadas por Marco Antonio Gonzalez del SEMENA :

Mojón nueva capitanía de puerto : 123,646 m
Mojón antigua capitanía de puerto : 123,204 m
Cero teórico de la escala : 110,894 m

En base a estas informaciones, pudimos estimar la cota del agua a :

11,43 m en la nueva capitanía
11,42 m en la antigua capitanía

Se instaló una escala provisional en el lugar escogido en el barranco de la comandancia de distrito de la Fuerza Naval, con cota de 11,42 m, y se procedió a la instalación de 2 elementos de escala fija sobre perfiles U de 80mm x 3 m, empotrados en el suelo y reforzados con angulares de 3 m. Los elementos instalados van de 1100 a 1300 cm, y de 1300 a 1500 cm. Estos elementos permitirán solamente tener las lectura de niveles altos, pero se prevé continuar las instalaciones cuando los niveles del río bajen.

No se contrató un observador para esta estación, puesto que tanto el SEMENA como la Fuerza Naval hacen lecturas en Riberalta, y que la situación de confluencia no es propicia para muestreo de agua.

La figura 6 presentada a continuación muestra las instalaciones realizadas.

También se realizó un aforo en Riberalta, aguas abajo de la confluencia con el Madre de Dios y de la ciudad. Tuvimos que alejarnos bastante de la ciudad, hasta un lugar donde el río está en línea recta, a nivel de una árbol blanco inclinado en margen izquierda, para conseguir una sección favorable. El resultado del aforo es :

$H = 1139,5 \text{ cm}$ $Q = 16\ 650 \text{ m}^3/\text{s}$



Figura 6 : Nueva escala de Riberalta

Miércoles 13-03-02

Gracias a un motor de 40 hp y un deslizador de la Naval tipo “chata”, llegamos a Miraflores a las 9H30 después de 3 horas de navegación. Visitamos la nueva estación con PCD instalada por Pascal Fraizy. La PCD no funciona más desde el año 2000. La estación dispone de un mojón, pero no hay ninguna escala. La cota del cero de la escala ficticia está a 10,808 m debajo del mojón según Pascal Fraizy. Una nivelación con esta base nos da una cota de 9,58 m para el nivel del agua.

También visitamos la antigua estación creada en el marco del proyecto PHICAB en los años ochenta. No se pudo encontrar al mojón. Dos soportes de escala constituidos de rieles empotrados siguen visibles con esta cota, uno fuera del agua, y el segundo inmerso con el agua llegando a más o menos 15 cm del tope. Según las informaciones del historial de la estación, el elemento más alto era de 11 a 12 metros, así que hemos estimado la cota a 10,90 m. Trataremos de confirmar esta diferencia de nivel entre las estaciones nueva y antigua en aguas bajas.

Se instaló en la nueva estación un elemento de escala de 800 a 1000 cm sobre un perfil U de 80 mm x 3 m, empotrado en el suelo, en base al mojón (figura 7).

Al mismo tiempo, se instaló un sistema de sonda manual para que el observador pueda seguir con las lecturas cuando el agua baje debajo de 800 cm. Este sistema se compone de una cañería de 6 m atravesada por la cinta centimétrica de un decámetro cuya

extremidad tiene un peso amarrado. Este sistema permite al observador medir la distancia entre la extremidad de la cañería y la superficie del agua (figura 8)

Se contrató a Donald Marigua como observador para dos lecturas diarias (en la escala cuando le permita el nivel, y en la sonda manual todo el tiempo), y para la toma de una muestra de agua cada lunes.



Figura 7 : nueva escala de Miraflores



Figura 8 : Sonda de Miraflores

Se realizó por fin un aforo en una sección ubicada a medio camino entre la nueva y la antigua estación, frente a un árbol grande en margen derecha, obteniendo :

$$H = 952 \text{ cm} \quad Q = 9500 \text{ m}^3/\text{s}$$

Después de 2 horas de navegación, llegamos a Riberalta a les 7H.

Jueves 14-03-02

Después de despedirnos con el Comandante de distrito de la Fuerza Naval, Roberto Ramallo, y de agradecerle por su excelente colaboración, tomamos el camino hacia Rurrenabaque cerca de las 10H. Pensábamos tomar la carretera hacia Cobija para ver los lugares donde cruza los ríos Beni (en Peñas Blancas) y Madre de Dios (en Sena). Según el mapa, estos lugares parecen propicios a la instalación de estaciones hidrométricas, una estación en Sena podría ventajosamente reemplazar en el futuro la estación de Miraflores de acceso difícil por el río. Sin embargo, dado el estado de las carreteras en la zona, no quedaba suficiente tiempo para efectuar estas visitas.

Después de un largo día peleando contra las dificultades del camino (camiones plantados entre Santa Rosa y Reyes), llegamos a Rurrenabaque a la una de la madrugada.

Viernes 15-03-02

En Angosto de Bala, la cota es de 617 cm a las 14H, y el tubo del limnígrafo no llega al nivel del agua (le faltan los elementos bajos, ver figura 9). A pesar de esto, instalamos un limnígrafo tipo “Thalimedes” con su boya suspendida al nivel 670 cm. Es de esperar que venga alguna crecida para que el aparato empiece a funcionar, permitiendo precisar la relación entre las cotas altas de Angosto del Bala y Rurrenabaque. En Rurrenabaque, la cota es de 274 cm a las 15H. Instalamos un elemento de escala de 100 a 300 cm empotrado en el suelo, para reemplazar la escala antigua de papel plastificado pegada al tubo del limnígrafo, que casi no es más legible.



Figura 9 : Tubo del limnígrafo y escala de Angosto del Bala

Sábado 16-03-02

En Santa Rita a las 15H, la cota es de 202 cm. La escala 0 a 200 cm con soporte de madera se ha caído. Aprovechamos este nivel bastante alto para hacer un ensayo de aforo con ADCP para velocidades altas, poniendo a prueba el nuevo soporte. Se hizo el aforo a nivel del lugar donde la gente del pueblo se cruza con lanchas.

Se hizo difícil el aforo, siempre con problemas de detección del fondo. La mejor sección se ubica a 50 m aguas arriba de la cruzada. En esta sección, el fondo es detectado en casi todo el ancho del río. Obtuvimos :

$$H = 202 \text{ cm} \qquad Q = 450 \text{ m}^3/\text{s}$$

La misión se terminó a las 23H con la llegada a La Paz.

Conclusión

Con excepción del aforo en Cachuela Esperanza que no pudimos realizar, hemos cumplido en esta misión con todos los objetivos planteados :

- Se instalaron 19 metros de escalas repartidos en 5 estaciones. Estas reglas fijas van a mejorar considerablemente la calidad de las lecturas en las estaciones donde se usaban hasta la fecha reglas móviles por el SEMENA o la Fuerza Naval.
- Se contrataron 4 observadores para lecturas de niveles y muestreo de agua.
- Se realizaron 5 aforos con ADCP, comprobando en condiciones difíciles el buen funcionamiento del nuevo soporte.
- Se mantuvo una excelente colaboración con la Fuerza Naval, que nos brindó un valioso apoyo logístico.
- Se estrecharon también las relaciones con los agentes del SEMENA en Riberalta y Guayara Merín.
- Se adquirió una experiencia valiosa para mediciones en aguas altas, y se conocieron mejor las condiciones de viaje a la zona del Beni en estación de lluvia. En particular, se comprobó la posibilidad de ir al Beni en vehículo, lo que permite llevar más equipo que por avión.

La misión duró 12 días enteros, recorriendo un total de 2700 km. Se debe mencionar que eso representa más o menos 80 horas de viaje, y que ha sido posible hacer tanto trabajo por encima del tiempo en carro gracias a la resistencia excepcional y habilidad del chofer, Julio Cesar Salinas.

Oscar Fuertes, SENAMHI

Philippe Vauchel, IRD

Anexo

Sueldos de observadores en la cuenca amazónica

En las dos últimas misiones a las Yungas y al Beni, se han contratado a cargo del proyecto HIBAM (IRD) cuatro observadores para lecturas de niveles de agua dos veces al día, y muestreo una vez a la semana. Se trata de :

- Sonia COGA en Rurrenabaque
- Donald MARIGUA en Miraflores
- Claudio TAPIA en Cachuela Esperanza
- René MIASAKY en Guayara Merín

A estos observadores se les ha propuesto un sueldo de 70 Bs al mes por las lecturas de niveles de agua, más 5 Bs por cada muestra semanal. Hasta la fecha, los sueldos son pagados por el proyecto HIBAM de IRD.

En vista de la importancia que revisten estas estaciones para el conocimiento de los regímenes hidrológicos de la zona amazónica, sería lógico que en un futuro próximo estos sueldos puedan ser asumidos por el SENAMHI, **por lo menos para la parte correspondiendo a las lecturas de nivel**. Esto permitiría al proyecto HIBAM invertir en tecnología en vez de estar gastando dinero para sueldos de observadores. Al mismo tiempo, reforzaría la red hidrométrica del SENAMHI, independientemente del apoyo francés que puede finalizarse algún día.

Para dar un informe mas completo, se debe mencionar que se contempla en el futuro contratar algunos observadores más en la cuenca de los ríos Mamoré y Grande. Sería bueno saber si se puede contar para eso con el apoyo del SENAMHI, que sea de la oficina central o de la división regional de Santa Cruz.