



*Hidrogeodinámica de la Cuenca
Amazónica
Hydrogéodynamique du Bassin
Amazonien

IRD - INAMHI

**54^{ava} Comisión de aforos muestreo de agua y sedimentos
Cuencas de los Ríos Aguarico, Napo, Santiago y Pastaza**

Quito ↗ Nueva Loja ↗ Francisco de Orellana ↗ Tena
↗ Macas ↗ Santiago ↗ Macas ↗ Pastaza ↗ Puyo ↗ Quito

Código E54 : (08 – 17 de diciembre 2004)



Foto 1: Aforo con ADCP (Río Pastaza en la Unión).

Rodrigo Pombosa, Luc Bourrel, Sonia Barba



Gustavo García
Director Ejecutivo del INAMHI

Gustavo Gómez
Director de Hidrología del INAMHI

Rodrigo Pombosa
Coordinador INAMHI del Proyecto HYBAM/Ecuador

Pierre Gondard
Representante del IRD en Ecuador

Jean Loup Guyot
Responsable del proyecto HYBAM. UR 154 – Lima (Peru)

Luc Bourrel
Coordinador IRD del Proyecto HYBAM/Ecuador

Edición del informe

Rodrigo Pombosa

INAMHI- Quito

Publicación HYBAM Quito
Diciembre 2004

SUMARIO

- 1. OBJETIVOS DE LA COMISIÓN**
- 2. PARTICIPANTES**
- 3. ACTIVIDADES DE CAMPO**
 - 3.1 Medición de caudales
 - 3.2 Muestreo de agua
 - 3.3. Mediciones “ *in situ*”
 - 3.4. Filtración de las muestras
- 4. DESARROLLO DE LA COMISIÓN**
- 5. RESULTADOS**
 - 5.1. Mediciones de caudales
 - 5.2. Muestreo de agua y sedimentos
- 6. FINANCIAMIENTO DE LA COMISIÓN**
- 7. CONCLUSIONES**
- LÉXICO**
- ANEXOS**

Lista de fotos :

Foto 1: Aforo con ADCP (Río Pastaza en la Unión).

Lista de figuras :

Figura 1: Estaciones de Referencia del Proyecto HYBAM-Ecuador (Cuencas de los Ríos Pastaza y Santiago)

Figuras 2: Limnigramas diarios y curvas de gasto.

Lista de tabla :

Tabla 1: Cronograma de la comisión E54.

Tabla 2: Resultados de las mediciones de caudales E54.

Tabla 3: Características de los puntos de muestreo (Mediciones físico-químicas *in situ*).

Lista de anexo:

Anexo 1: Gráficos de mediciones de caudales con ADCP (perfiles batimétricos - campo de repartición de las velocidades y de las intensidades de la señal ADCP).

La localización de las estaciones de medición de caudales y de los puntos de muestreo como el flujograma de muestreo , tratamiento de muestras y datos DGPS son colocadas en el fascículo « 0 » común a todas las comisiones respectivamente y archivados a parte.

1. OBJETIVOS DE LA COMISIÓN

El principal objetivo fue continuar con la calibración de las estaciones de referencia del proyecto HYBAM con el uso: del ADCP modelo 1200 kHz adaptado a las configuraciones de los ríos ecuatorianos.

También se continuo el estudio de los flujos sedimentarios en la cuencas orientales de los Ríos Aguarico, Napo, Pastaza y Santiago (Figura 1), con el manejo regular de las estaciones de referencia de MES.

Se realizaron en 10 días de comisión, 28 aforos en los Ríos Aguarico, Napo, Coca y Santiago, con muestreos sedimentarios y geoquímicas.

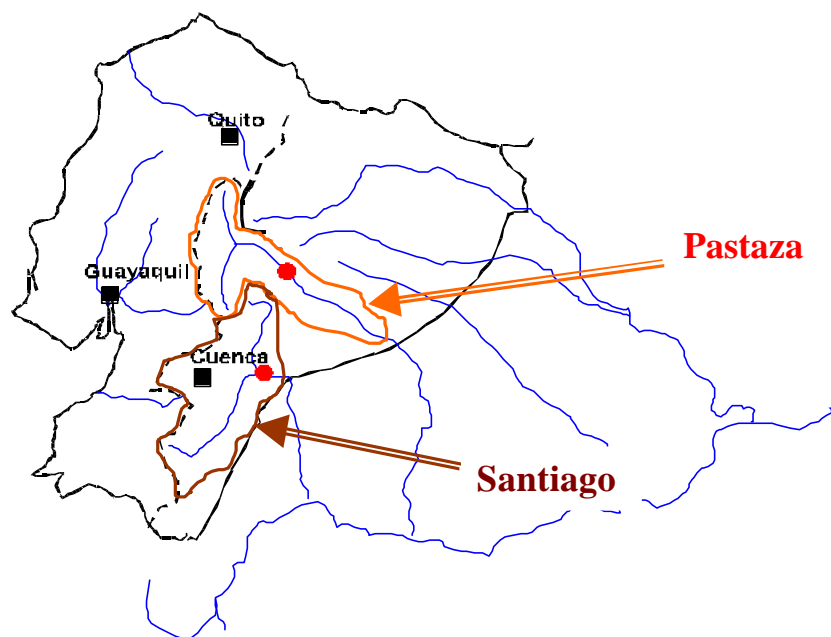


Figura 1: Estaciones de Referencia del Proyecto HYBAM-Ecuador (Cuencas de los Ríos Pastaza y Santiago).

2. PARTICIPANTES :

✍ INAMHI	- (Quito)	Rodrigo Pombosa
✍ EPN	- (Quito)	Sonia Barba
✍ IRD	- (Quito)	Luc Bourrel

3. ACTIVIDADES DE CAMPO

3.1. Medición de caudales

Se utilizó un ADCP (RDI – Río Grande) de 1200 kHz con un soporte metálico.

3.2. Muestreo de agua

Se realizó tres muestreos previos con el agua del mismo río para acondicionar los frascos antes de tomar la muestra definitiva.

Las muestras para análisis específicos del material en suspensión y del material disuelto del agua fueron tomadas desde una lancha localizada al frente de la corriente; con la lancha colocada en 25%, 50 y 75% de la sección de medición. En cada vertical se realizó tres muestreos puntuales: en la superficie, en el medio y en el fondo.

3.3. Mediciones “*in situ*”

La temperatura, la conductividad, el pH y la turbiedad del agua fueron medidos con los siguientes aparatos:

1)- Conductímetro WTW LF 318 ($A_p = \pm 0.1 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)

2)- pH metro WTW PH 320 ($A_p = \pm 0.01$)

3)- Turbidímetro AQUALITYC ($A_p = \pm 0.01 \text{ NTU}$)

Las localizaciones (latitud, longitud) de los puntos de muestreo fueron medidas con :

4)- GPS GARMIN 12XLS ($A_p = \pm 3\text{-}10 \text{ m}$) con el Sistema WGS 84..

En ciertos casos en ausencia de reglas limnimétricas (ejemplo del puente sobre el río Pastaza), la cota del río fue medida con una cinta a partir de una marca sobre el puente, en estos casos tenemos cotas negativas en valor absoluto; cuando más grande es la cota, más bajo está el nivel del río.

3.4. Filtración de las muestras

Todas las muestras fueron filtradas en el laboratorio del INAMHI al regreso a Quito, e inmediatamente conservadas en una caja refrigerante.

Para la determinación de la materia en suspensión (MES), fue utilizada una unidad de filtración frontal con 3 unidades (Sartorius), ligada a una bomba de aire, con filtros de acetato de celulosa de 0.45 μm de porosidad. El líquido filtrado está destinado al análisis de los elementos disueltos mayores.

4. DESARROLLO DE LA COMISIÓN

Esta comisión se llevó a cabo en 10 días entre las Cuencas de los Ríos Aguarico, Napo, Pastaza y Santiago.

Tabla 1: Cronograma de la comisión E54

	Ciudades											
Personal	Sigla	08 diciembre	09 diciembre	10 diciembre	11 diciembre	12 diciembre	13 diciembre	14 diciembre	15 diciembre	16 diciembre	17 diciembre	Días
Sonia Barba	SB	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10
Rodrigo Pombosa	RP	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10
Luc Bourrel	LB	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10
Número de personas	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Número de días		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Leyenda

Trechos

- Etapa terrestre (carro/bus) +
- Preparación en tierra o trabajo de campo +

✍ **08 de diciembre**

- Viaje Quito – Lago Agrio; buscamos un canoero para realizar el aforo al día siguiente, recolección de muestras de agua y pago al observador.

✍ **09 de diciembre**

- Aforos de gasto líquido (6) y sólido sobre le río Aguarico. Viaje Lago Agrio – Estación Coca en San Sebastián, recolección de muestras de agua, pago a la observadora, se entrega material de trabajo, visita al observador de la estación Napo en Fco. de Orellana para alquilar la canoa para el siguiente día.

✍ **10 de diciembre**

- Aforos de gasto líquido (6) y sólido sobre el río Coca, aforos de gasto líquido (6) y sólido sobre el río Napo en Fco. de Orellana, toma de muestra de agua para el ORE, se bajan los datos del Orphimedes el cual funciona correctamente; se paga al Observador y se recolectan las muestras de agua.

✍ **11 de diciembre**

- Viaje de Fco. de Orellana – Tena – Estación Jatunyacu; se hace una inspección de la estación, se toma una muestra de agua en el río, se recolectan las muestras de agua tomadas por el Observador, se paga y se deja material de trabajo.

✍ **12 de diciembre**

- Viaje Tena – Estación Pastaza en la Unión- Macas; se trata de bajar los datos del orphimedes, encontrando dificultad en hacerlo se desmonta el aparato y se lo lleva a Macas, en el hotel se logran bajar los datos no ha funcionado correctamente po problemas de batería, es necesario visitar la estación con más regularidad y poner siempre pilas alcalinas y no de otro tipo.

✍ **13 de diciembre**

- Viaje de Macas – Santiago; nos presentamos ante el nuevo Comandante del Batallón, solicitamos colaboración para disponer de un sitio donde alojarnos y para el uso de una embarcación para realizar los aforos.

✍ **14 de diciembre**

- Aforos de gasto líquido (6) y sólido sobre el río Santiago, se revisa el Orphimedes el cual no funciona correctamente, por problemas de baterías, es necesario visitar la estación con más regularidad y poner siempre pilas alcalinas y no de otro tipo, se paga al Observador y se recolectan las muestras de agua.

✍ **15 de diciembre**

- Se bajan los datos del Orphimedes, se lo deja funcionando correctamente. Viaje Santiago – Macas.

✍ **16 de diciembre**

- Viaje de Macas – Estación Pastaza la Unión- Puyo; se instala el orphimedes, se lo deja funcionando correctamente, se pone el peso que faltaba al final de la manguera directamente en el río, se asegura el tubo PVC..

✍ **17 de diciembre**

- **Viaje Puyo – Quito**

5. RESULTADOS

5.1. Medición de caudales

La época de la comisión E54 está caracterizada por aguas bajas en las cuencas de los ríos Aguarico, Napo, Pastaza y Santiago.

La localización (orillas izquierda y derecha) de las secciones de medición fueron determinadas con geoposicionamiento por satélite (GPS) y ploteadas en los mapas planimétricos del IGM en la escala 1/500 000 (fasciculo “0” , anexo 1).

Los resultados de las mediciones de caudales en las secciones con correntómetro acústico de efecto Doppler (ADCP) de frecuencia de 1200 kHz, son resumidos en la tabla 2 y los gráficos del software WINRIVER (RDI) se encuentran en el anexo 1.

La metodología adoptada consiste en calcular la media aritmética de 4 (o más) aforos (es decir durante dos recorridos de ida y vuelta entre las orillas) en la misma sección. La medición es considerada “buena” (desvío $dQ < 5\%$) cuando la velocidad media en la sección es $> 0,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ y cuando la parte del caudal realmente medida con el ADCP es $> 50\%$ del caudal total.

Durante esta comisión, la mayoría de las mediciones de caudales presentan un desvío $dQ < 5\%$

dentro de una misma sección con diferentes mediciones.

El desvío dQ corresponde a :

$$dQ (\%) = \text{DESVIACION ESTANDAR (Q)} / \text{MEDIA (Q)} \times 100$$

Para cada sección de medición de caudal, en el anexo 1 se presentan 3 gráficos que corresponden respectivamente a:

1. la trayectoria del barco (línea roja) y velocidades superficiales en las primeras celdas (líneas azules).
2. el perfil de las velocidades en la sección.
3. las intensidades “backscatter” del “beam3” del ADCP.

Los resultados de las comisiones del proyecto HYBAM permiten completar o realizar las curvas de gasto de las estaciones de la red de referencia de MES del proyecto HYBAM y de la red del INAMHI .

Tabla 2: Resultados de las mediciones de caudales E54

Río	Estación	Código HYBAM	Código INA	Fecha	Hora	Cota m	Caudal (m³/s)	Nº Medi.	dQ
Aguarico	Nueva Loja	10083300		09/12/04	10h10	2,30	330	6	2,48
Coca	San Sebastián	10081900		10/12/04	11h00	3,40	367	6	5,87
Napo	Fco. de Orellana	10080900		10/12/04	13h30	3,36	952	6	2,64
Santiago	Santiago	10062800	HB28	14/12/04	09h30	1,20	1239	6	2,04

* nuevos códigos INAMHI desde abril 2002

Total 4 secciones; 4 perfiles; media dQ = 3,26

5.2. Muestreo de agua y de sedimentos

Durante la comisión E54, 6 puntos fueron muestreados (Tabla 3). Los parámetros físico-químicos del agua (temperatura, conductividad eléctrica) fueron medidos *in situ*, en la canoa.

Tabla 3: Características de los puntos de muestreo (Mediciones físico- químicas “in situ” de las muestras de comisión)

Código	10083300	10081900	10080900	10080200	10062800	10066700	
RIO	Aguarico**	Coca**	Napo**	Jatunyacu	Santiago**	Pastaza	
ESTACION	Gabarra	San Sebastián	Fco. Orellana	D.J Illoculin	Santiago	La Unión	
FECHA	09/12/04	10/12/04	10/12/04	11/12/04	14/12/04	16/12/04	
HORA	15: 45	11: 00	13: 30	14: 30	09: 00	10: 30	
COORDENADAS MUESTRA	Latitud	0.06073	-0.34283	-0.47414	-1.08671	-3.05350	-1.91454
	Longitud	-76.87441	-77.00705	-76.98008	-77.92057	-78.01738	-77.82594
ALTITUD	(m)	285	262	570	283	663	

COTA	(m)	2.30	3.40	3.36	0.77	1.20	3.50
CAUDAL	(m ³ /s)	333	367	953	205	1219	640
TEMPE	°C	26.6	23.2	22.9	20.4	22.8	20.4
CE	(?S/cm)	98.2	123.0	70.7	89.7	69.8	113
pH		7.43	7.61	6.95	7.87	7.48	7.67
TURBI	(NTU)	15.4	22	46	117	129	120
*[C'MES]	(mg/l)	22	62	65	177	145	165
Nº ENSAMBLE		913	273	256	-	241	-
NOMBRE de ARCHIVO		Aguarico006r.000	Sebastian007r.000	coca006r.000	-	Santiago006r.000	-
OBSEVACIONES					Dato Caudal, curva de gasto		Dato Caudal, curva de gasto

(*) = los MES son determinados en laboratorio

(**) = propiedades de la muestra superficial de la vertical media

Coordenadas Punto de muestreo:

en negrita= GPS sistema WGS 84 (sistema actual)

Altitudes:

en normal = altitud GPS
en negrita itálica= altitud DGPS

6, FINANCIAMIENTO DE LA COMISIÓN

La campaña E54 fue financiada por el IRD (Programa HYBAM), con el apoyo técnico del personal del INAMHI y del material, (vehículos, aparatos) del IRD.

7. CONCLUSIONES

Se realizaron en 10 días de comisión, 28 aforos en 4 secciones con muestreos sedimentarios y geoquímicos. Estas mediciones permiten también obtener perfiles batimétricos perfectos y detallados de cada sección a fin de facilitar los cálculos de flujos hídricos, sedimentarios y geoquímicos; y de evaluar los fenómenos de divagación fluvial.

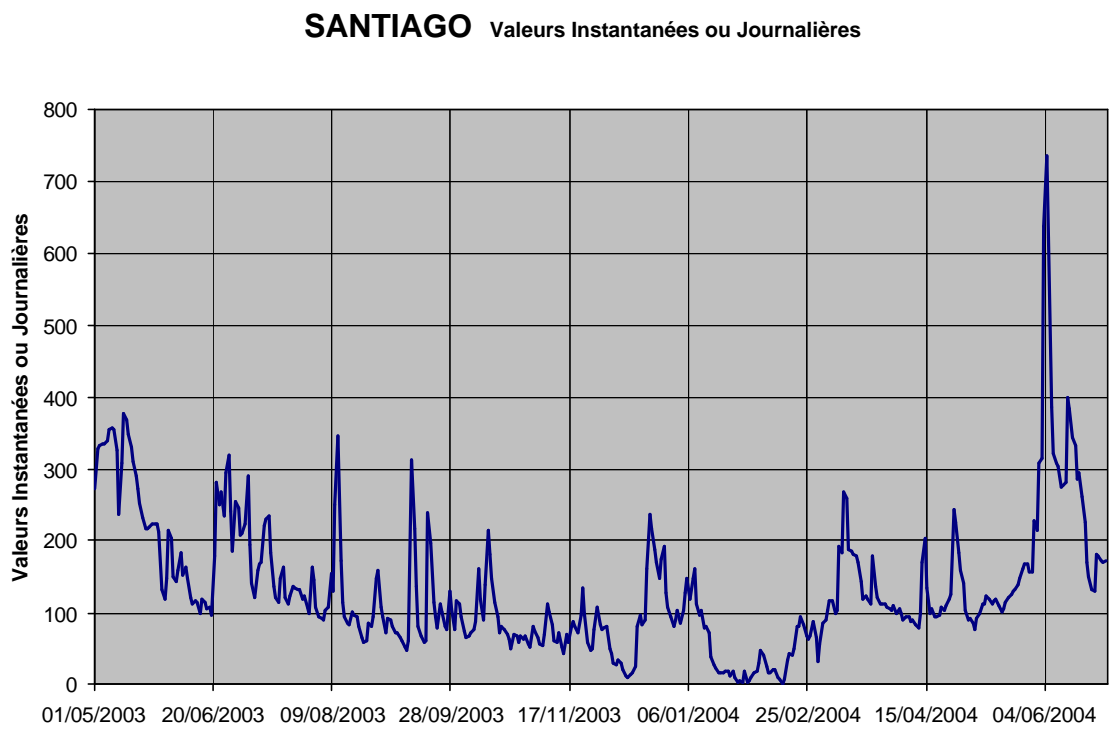
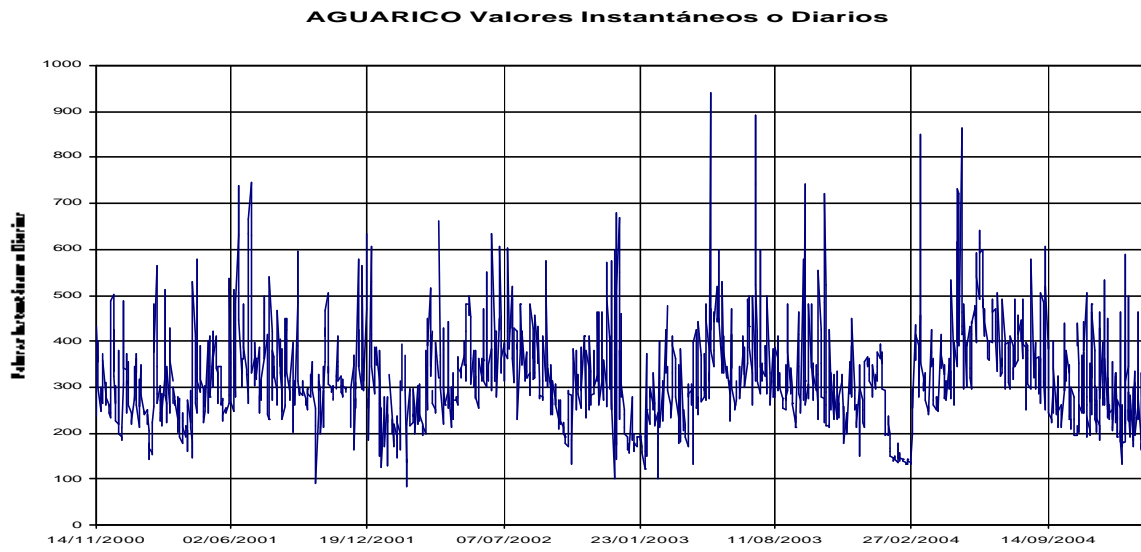
También se continuó con el manejo regular de las estaciones de referencia de MES en las cuencas orientales. (Figura 1)

Léxico :

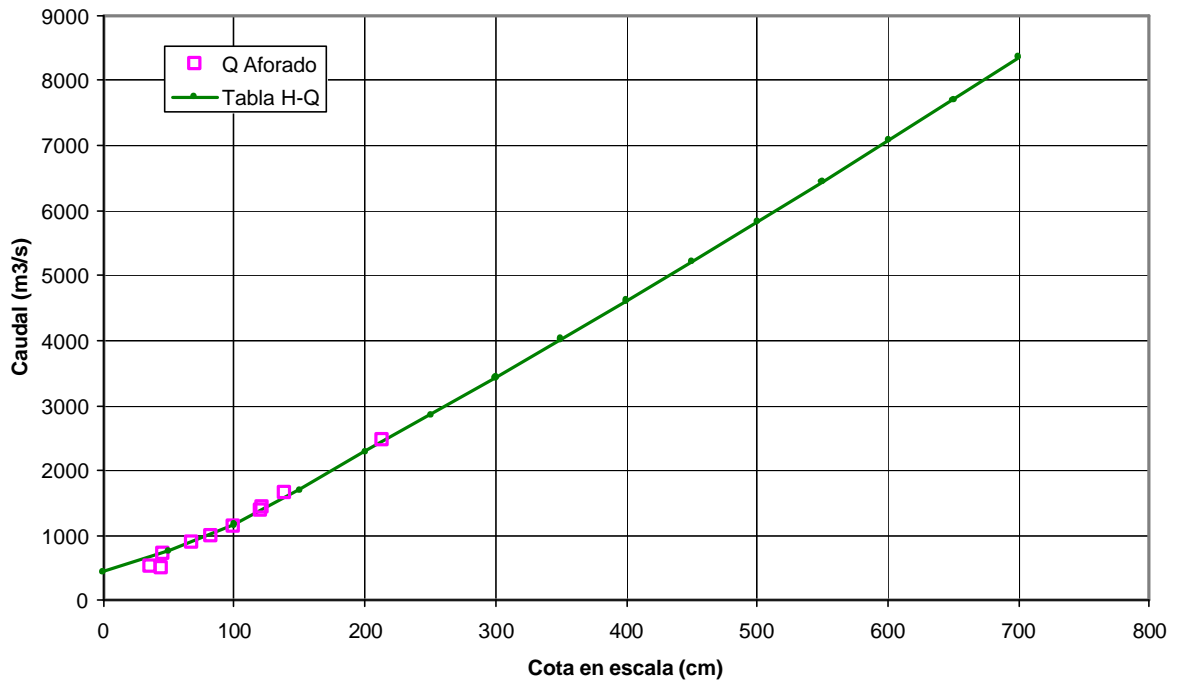
INAMHI : Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

IRD : Instituto de Investigación para el Desarrollo.

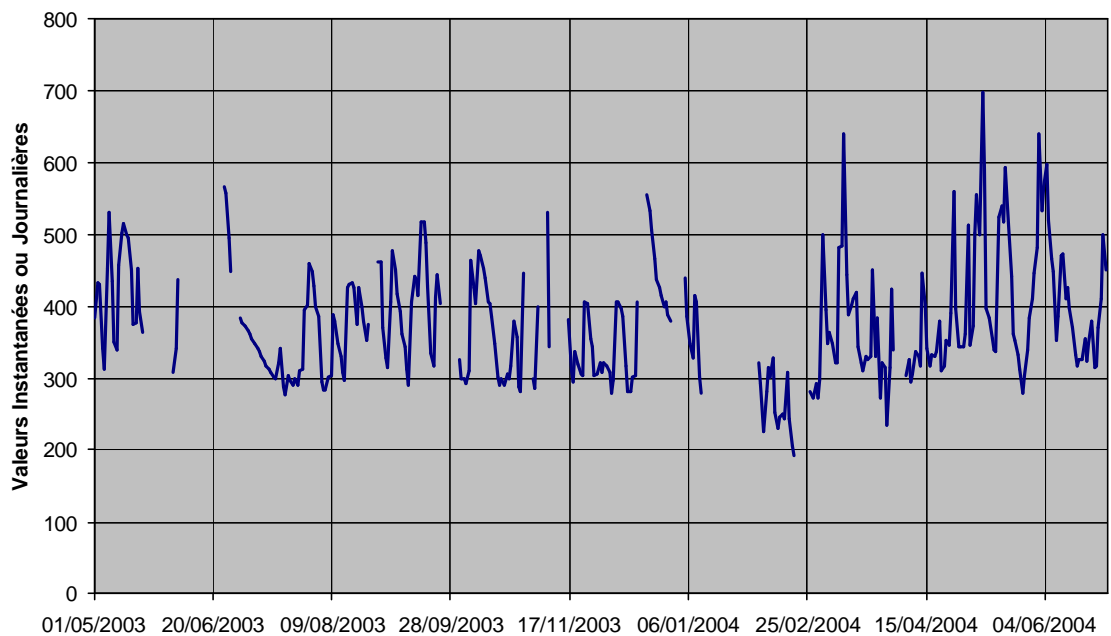
Figura 2: Limnigramas y curvas de gasto



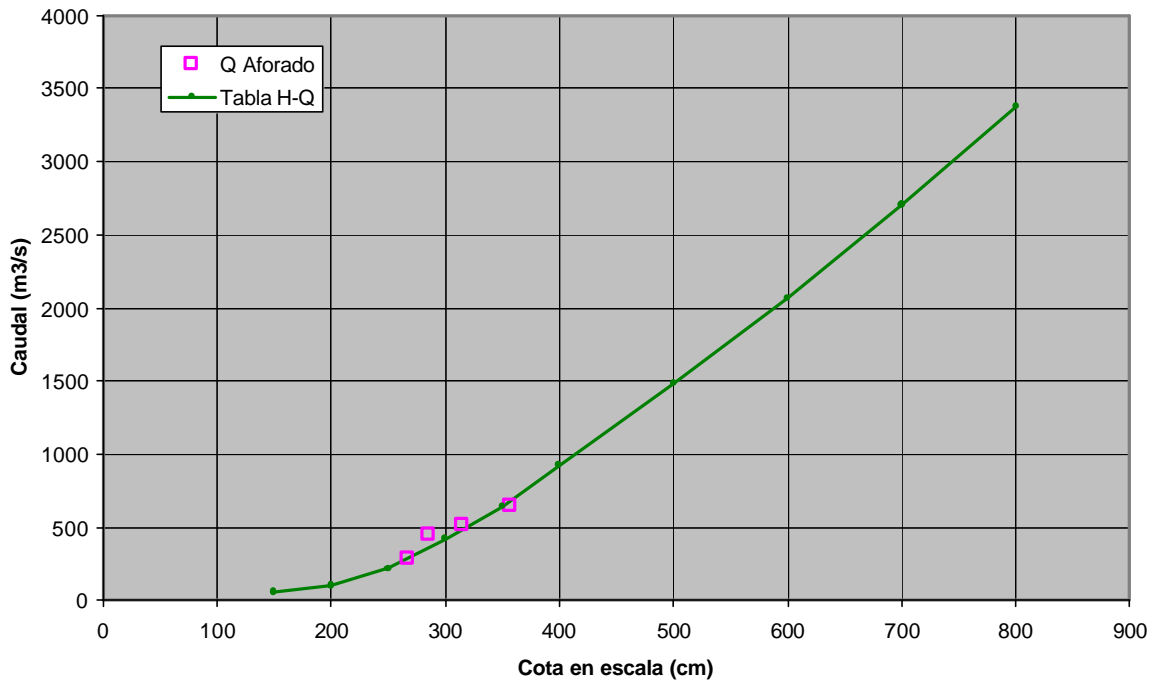
Calibración de la Estación - Captor: SANTIAGO - 11
Periodo de Validez: 03/02/01 hasta nuestros días



Puente La Union Valeurs Instantanées ou Journalières



Calibración de la Estación - Captor: Puente La Unión - ICota
Periodo de Validez: 01/01/03 hasta nuestros días



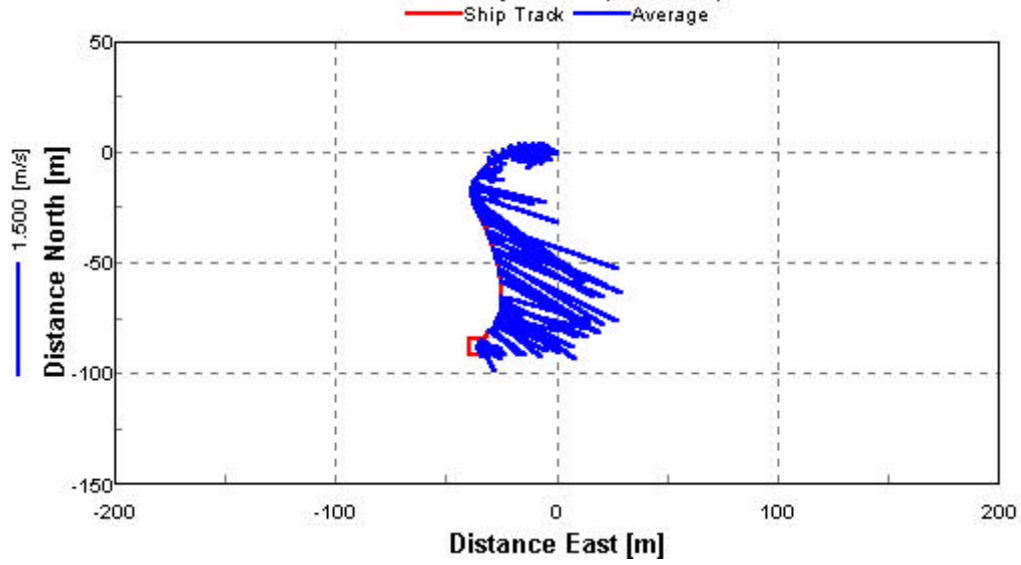
Anexo 1

Gráficos de mediciones de caudales con ADCP

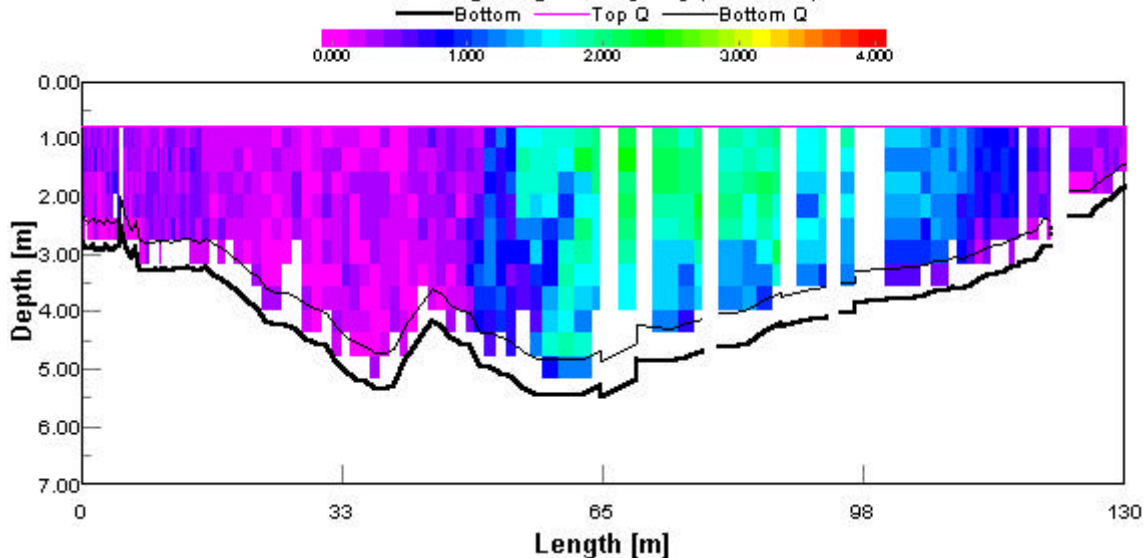
(perfiles batimétricos - campo de repartición
de las velocidades y de las intensidades del
señal ADCP)

E54. – Río Aguarico en Nueva Loja
 [09 de diciembre 2004 – 11h20: cota: 2,30; Q = 329 m³.s⁻¹ - aguarico004r

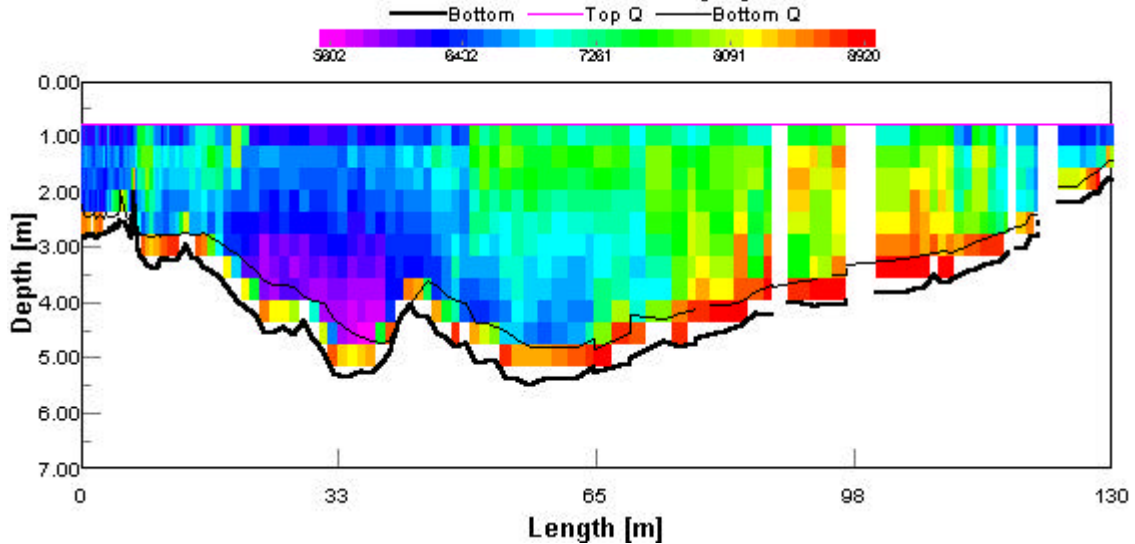
Stick Ship Track (Ref: Btm)



Velocity Magnitude [m/s] (Ref: Btm)

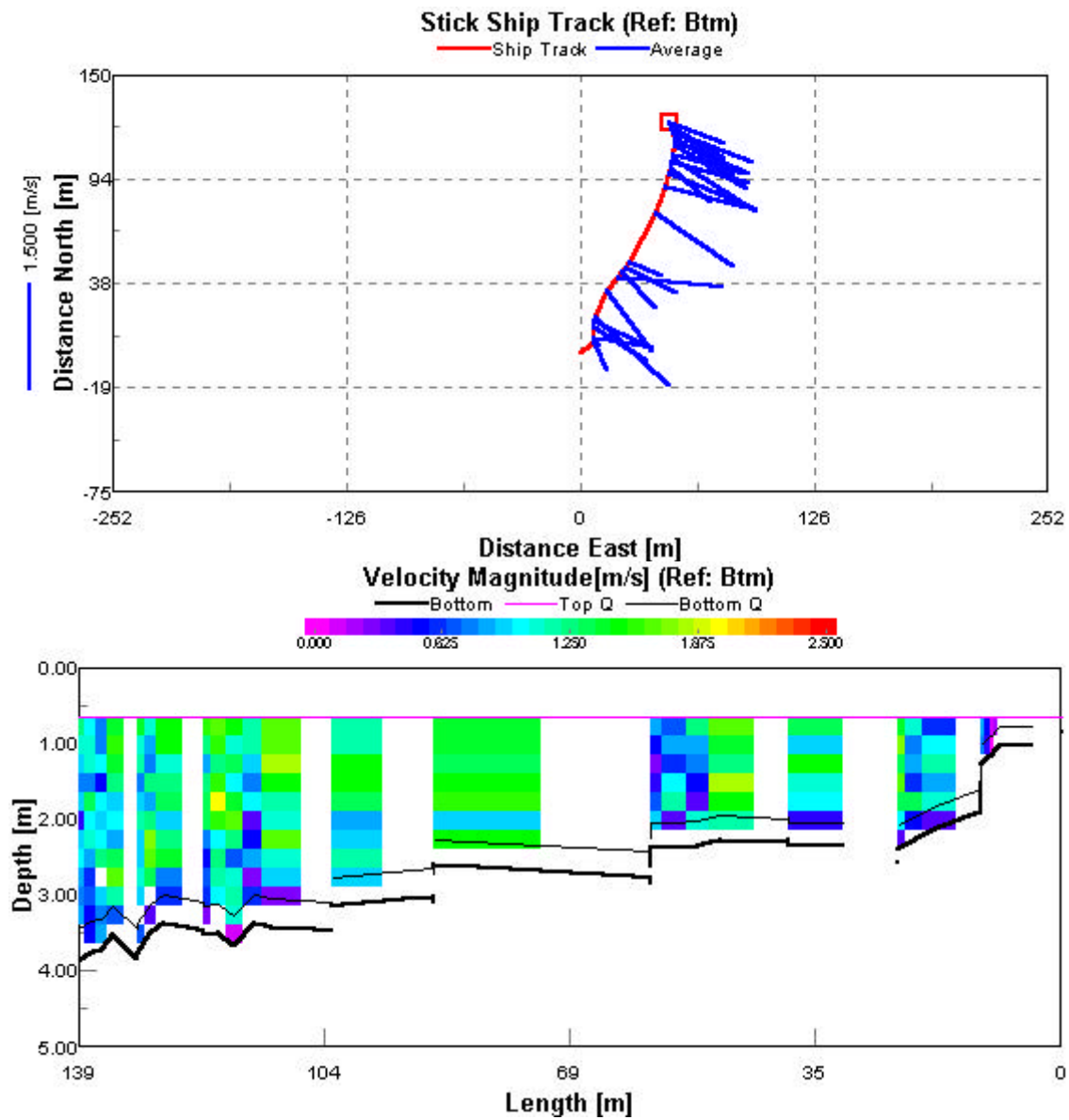


Beam 3 Backscatter [dB]



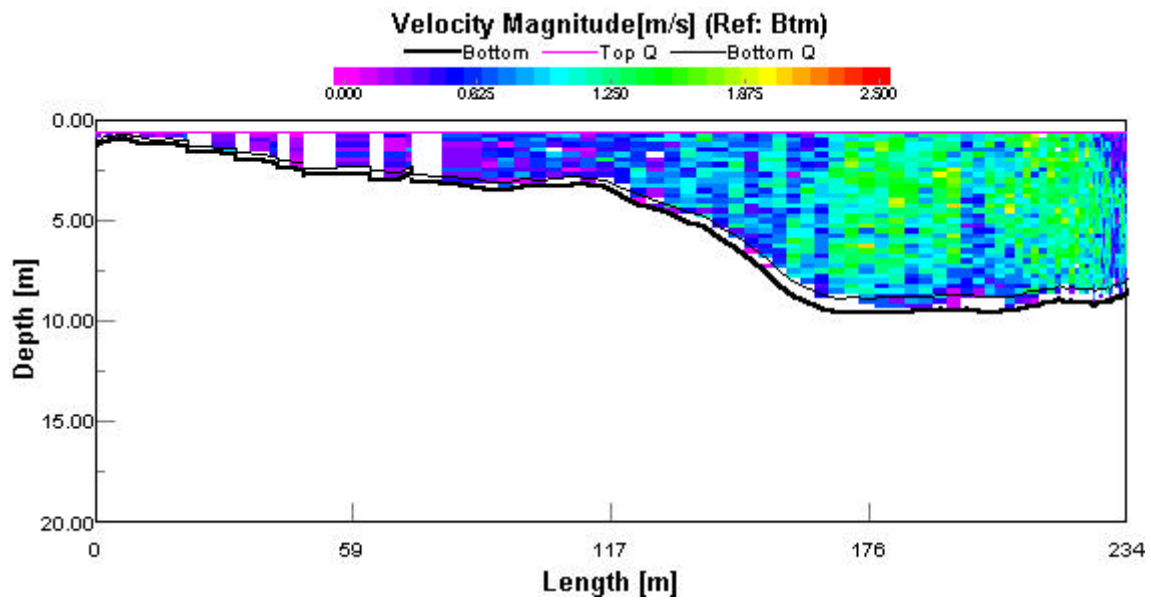
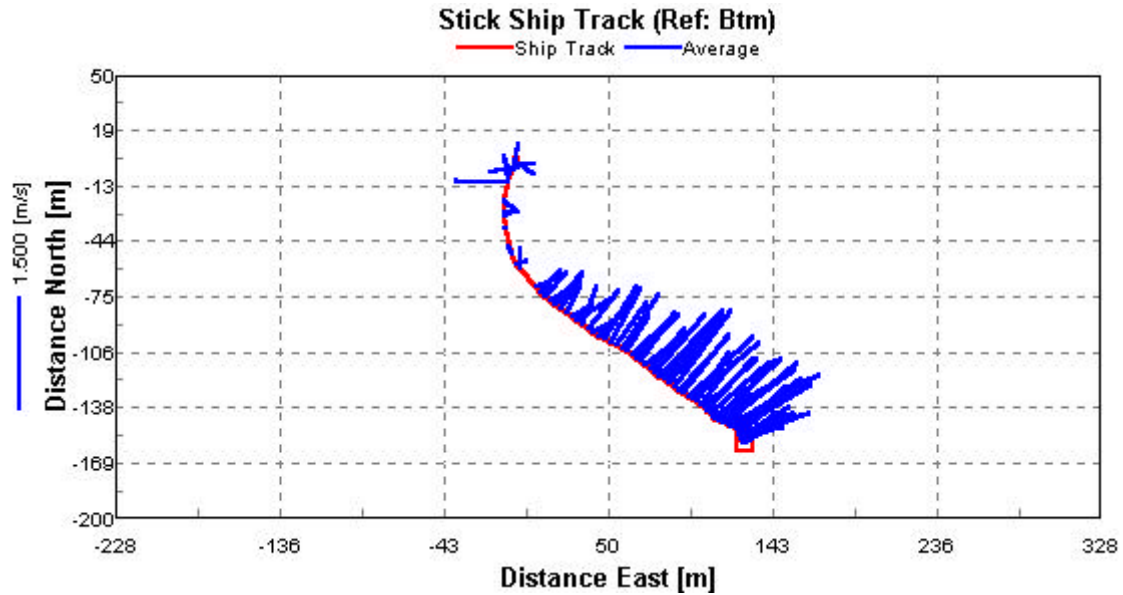
E54. – Río Coca en San Sebastián

[10 de diciembre 2004 – 11h40: cota: 3,40; $Q = 388 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - Sebastian002r



E54. – Río Napo en Fco. De Orellana

[10 de diciembre 2004 – 13h40: cota: 3,36; $Q = 927 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - Coca001r



E54. – Río Santiago en Santiago

[14 de diciembre 2004 – 09h30: cota: 1,20; $Q = 1234 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - Santiagoebastian002r

