



\* Hidrogeodinámica de la Cuenca  
Amazónica  
Hydrogéodynamique du Bassin  
Amazonien

**IRD - INAMHI**

**58<sup>ava</sup> Comisión de aforos muestreo de agua y sedimentos  
Cuencas de los Ríos Aguarico, Napo, Santiago y Pastaza**

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

**Código E58 : (11 – 19 de mayo 2005)**



Foto 1: (*Río Aguarico sector Gabarra*).

***Rodrigo Pombosa, Roger Calvez, Elisa Armijos***



*Luis Rodríguez*  
Director Ejecutivo del INAMHI

*Marcelo Ayabaca*  
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  
Mayo 2005

## SUMARIO

	<b>PAG</b>
<b>1. OBJETIVOS DE LA COMISIÓN</b> .....	4
<b>2. PARTICIPANTES</b> .....	4
<b>3. ACTIVIDADES DE CAMPO</b> .....	5
3.1 Medición de caudales .....	5
3.2 Muestreo de agua .....	5
3.3. Mediciones “ <i>in situ</i> ” .....	5
3.4. Filtración de las muestras .....	5
<b>4. DESARROLLO DE LA COMISIÓN</b> .....	5
<b>5. RESULTADOS</b> .....	7
5.1. Mediciones de caudales .....	7
5.2. Muestreo de agua y sedimentos .....	9
<b>6. FINANCIAMIENTO DE LA COMISIÓN</b> .....	10
<b>7. CONCLUSIONES</b> .....	10
<b>LÉXICO</b>	
<b>ANEXOS</b>	

\*\*\*\*\*

### Lista de fotos :

Foto 1: Río Aguarico (sector gabarra)

### Lista de figuras :

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

Figuras 2: Limnigramas diarios y curvas de gasto.

### Lista de tabla :

Tabla 1: Cronograma de la comisión E58.

Tabla 2: Resultados de las mediciones de caudales E58.

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.

En esta comisión se tiene como objetivo el recuperar el Orphimedes de la estación de Pastaza, mismo que será utilizado sobre el Río Coca en el Sector de San Sebastián.

También continuar con 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 9 días de comisión, 28 aforos en los Ríos Aguarico, Napo, Coca y Santiago, con muestreos sedimentarios y geoquímicos.

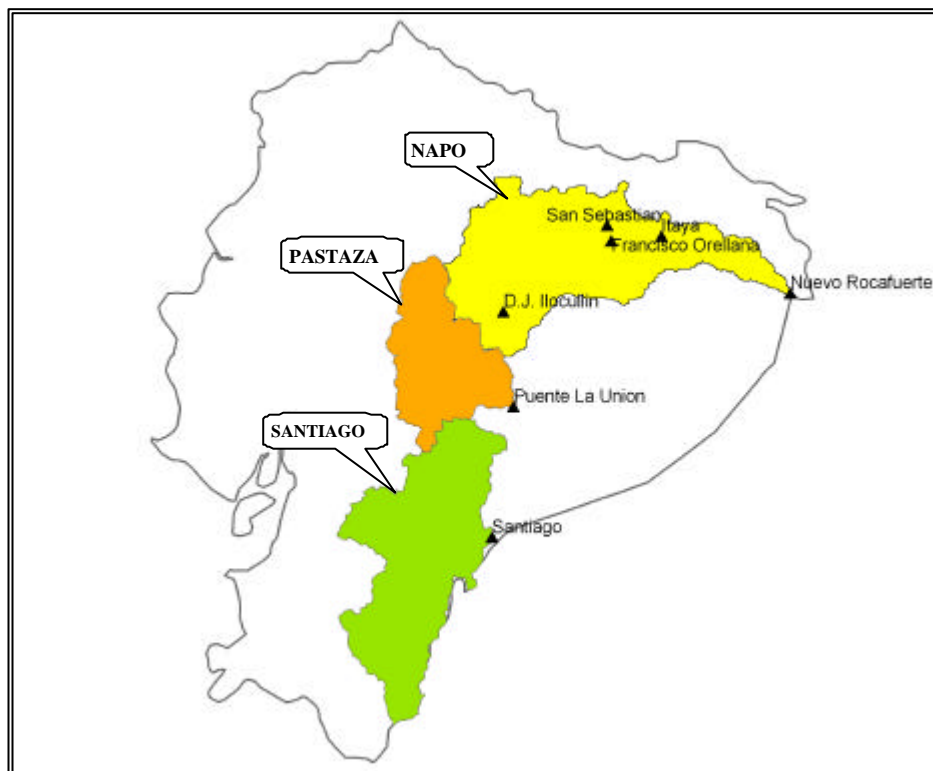


Figura 1: Estaciones de Referencia del Proyecto HYBAM-Ecuador (Cuencas de los Ríos Pastaza y Santiago).

## 2. PARTICIPANTES :

✍ INAMHI - (Quito)	Rodrigo Pombosa
✍ INAMHI - (Quito)	Elisa Armijos
✍ IRD - (Quito)	Roger Calvez

### 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)- Conductivímetro 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 Coca), 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

El 100 % de muestras tomadas en los aforos realizados y un 90 % de las muestras tomadas por los observadores de la red fueron filtradas en el campo, en laboratorio del INAMHI al regreso a Quito, e inmediatamente secados y pesados.

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 $\mu\text{m}$  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 9 días entre las Cuencas de los Ríos Aguarico, Napo, Pastaza y Santiago.

**Tabla 1: Cronograma de la comisión E58**

	Ciudades	Quito- Nueva Loja	Nueva Loja- Francisco de Orellana	Francisco de Orellana	Francisco de Orellana-Tena - Puyo	Puyo - Macas	Macas - Santiago	Santiago-Macas	Macas – Tena	Tena - Quito	
Personal	Sigla	11 mayo	12 mayo	13 mayo	14 mayo	15 mayo	16 mayo	17 mayo	18 mayo	19 mayo	Días
Elisa Armijos	EA	+	+	+	+	+	+	+	+	+	9
Rodrigo Pombosa	RP	+	+	+	+	+	+	+	+	+	9
Roger Calvez	RC	+	+	+	+	+	+	+	+	+	9
<b>Número de personas</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
<b>Número de días</b>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	

**Leyenda****Trechos**

Etapa terrestre (carro/bus) +

Preparación en tierra o trabajo  
de campo +**☞ 11 de mayo**

- Viaje Quito – Lago Agrio; buscamos un canoero para realizar el aforo al día siguiente, recolección de muestras de agua, pago al observador de febrero a abril, se entrega material de trabajo, filtración de las muestras recolectadas.

**☞ 12 de mayo**

- 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 de febrero a abril, se entrega material de trabajo, se realiza una inspección para instalar en la próxima campaña de campo un orphimedes y escalas limnimétricas; visita al observador de la estación Napo en Fco. de Orellana para alquilar la canoa para el siguiente día, se bajan los datos del orphimedes, lectura en el orphimedes = 4.84 m, lectura en las escalas limnimétricas = 4.77 m., hora 14h 50; filtración de las muestras tomadas en el aforo del río aguarico (9) y de las recolectadas en las estaciones de San Sebastián y de Francisco de Orellana.

**☞ 13 de mayo**

- 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 paga al Observador, se recolectan las muestras de agua, se filtran las muestras recolectadas en los aforos.

#### ✍ **14 de mayo**

- Viaje de Fco. de Orellana – Tena, cerca de llegar a la estación de Jatunyacu están haciendo una alcantarilla y la vía se ha cerrado por 2 días, por lo que se tuvo que regresar, y se la visitará al final, se avanza hasta la ciudad del Puyo.

#### ✍ **15 de mayo**

- Viaje Puyo – Estación Pastaza en la Unión- Macas; se habla con el observador se recolectan las muestras de agua, se procede a desmontar el orphimedes instalado, se recuperan todos los accesorios, manguera, tubo PVC., y se viaja hasta Macas, se bajan los datos del Orphimedes.

#### ✍ **16 de mayo**

- Viaje de Macas – Santiago; llamamos por teléfono al batallón de Santiago, para anunciar la llegada, hablamos con el Subteniente Burbano, al cual le solicitamos ayuda logística para realizar el aforo al día siguiente (Alojamiento, personal, embarcación, y motorista), se nos pidió comprar gasolina y aceite de dos tiempos. Se realiza una inspección al orphimedes hora 15h30, lectura en el orphimedes = 1.66 m, lectura en las escalas limnimétricas 1.59m.

#### ✍ **17 de mayo**

- Aforos de gasto líquido (6) y sólido sobre el río Santiago, se paga al Observador y se recolectan las muestras de agua, se viaja hasta la ciudad de Macas.

#### ✍ **18 de mayo**

- Viaje Macas–Tena–Jatunyacu, Se toma una muestra de agua, se hace una inspección de las reglas limnimétricas hora 14H40 LL= 0.78 m., se visita al observador se paga desde febrero a abril, se recolectan las muestras tomadas por el observador, se deja material de trabajo.

#### ✍ **19 de mayo**

- Viaje de Tena – Quito.

## **5. RESULTADOS**

### **5.1. Medición de caudales**

La época de la comisión E58 está caracterizada por aguas medias-altas 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 ( fascículo “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 E58**

ESTACION	Aquarico	aquarico002r	aquarico004r	aquarico006r	Average	Std. Dev.	Std./  Avg.
FECHA	12-may-05						
HORA	8H15						
CODIGO	10083300						
COTA (m)	3,25						
LATITUD	OI 00,06211° N	OD 00,06088° N					
LONGITUD	OI 76,87782° W	OD 76,87751° W					
<b>Total Q</b>	<b>(m3/s)</b>	<b>587</b>	<b>582</b>	<b>597</b>	<b>589</b>	<b>7,57</b>	<b>0,01</b>
Ancho	(m)	125	125	127	126	1,06	0,01
Superf. Tot	(m2)	326	319	325	323	3,91	0,01
Q/Superf.	(m/s)	1,80	1,83	1,84	1,82	0,02	0,01
Corriente vel.	(m/s)	1,56	1,49	1,74	1,60	0,13	0,08
Vel. Bote	(m/s)	0,75	0,84	0,61	0,73	0,11	0,16

ESTACION	San Sebastián	sebastian000r.0	sebastian002r.0	sebastian004r.0	sebastian005r.0	sebastian006r.0	Average	Std. Dev.	Std./  Avg.
FECHA	13-may-05								
HORA	10H00								
CODIGO	10081900								
COTA (m)	5,07								
LATITUD	OI 00,67883° S	OD 00,34308° S							
LONGITUD	OI 77,18448° W	OD 77,00764° W							
<b>Total Q</b>	<b>(m3/s)</b>	<b>717</b>	<b>670</b>	<b>656</b>	<b>636</b>	<b>644</b>	<b>665</b>	<b>32,02</b>	<b>0,05</b>
Ancho	(m)	140	144	154	147	151	147	5,70	0,04
Superf. Tot	(m2)	570	606	621	559	594	590	25,31	0,04
Q/Superf.	(m/s)	1,26	1,11	1,06	1,14	1,08	1,13	0,08	0,07
Corriente vel.	(m/s)	0,96	0,96	1,02	0,96	1,02	0,99	0,03	0,03
Vel. Bote	(m/s)	0,56	0,62	0,73	0,85	0,90	0,73	0,14	0,20



ESTACION	Fco. De Orellana	orellana002r	orellana004r	orellana005r	Average	Std. Dev.	Std./  Avg.
FECHA	13-may-05						
HORA	13H00						
CODIGO	10080900						
COTA (m)	4,95						
LATITUD	OI 00,47224° S	OD 00,47390° S					
LONGITUD	OI 76,98004° W	OD 76,97873° W					
<b>Total Q</b>	<b>(m3/s)</b>	<b>1755</b>	<b>1742</b>	<b>1697</b>	<b>1731</b>	<b>30,31</b>	<b>0,02</b>
Ancho	(m)	259	247	263	256	8,13	0,03
Superf. Tot	(m2)	2000	1883	1856	1913	76,32	0,04
Q/Superf.	(m/s)	0,88	0,93	0,91	0,91	0,03	0,03
Corriente vel.	(m/s)	0,88	0,89	0,92	0,90	0,02	0,02
Vel. Bote	(m/s)	0,73	0,86	0,99	0,86	0,13	0,15

ESTACION	Santiago	santiago000r.0	santiago002r.0	santiago003r.0	santiago004r.0	santiago006r.0	Average	Std. Dev.	Std./  Avg.
FECHA	17-may-05								
HORA	11H00								
CODIGO	10062800								
COTA (m)	1,63								
LATITUD	OI 03,05265° S	OD 03,05443° S							
LONGITUD	OI 78,01779° W	OD 78,01735° W							
<b>Total Q</b>	<b>(m3/s)</b>	<b>1998</b>	<b>1998</b>	<b>2017</b>	<b>1949</b>	<b>2015</b>	<b>1995</b>	<b>27,66</b>	<b>0,01</b>
Ancho	(m)	215	221	226	216	225	220	5,12	0,02
Superf. Tot	(m2)	1027	1049	1060	1041	1068	1049	15,98	0,02
Q/Superf.	(m/s)	1,95	1,90	1,90	1,87	1,89	1,90	0,03	0,01
Corriente vel.	(m/s)	1,63	1,50	1,72	1,57	1,71	1,62	0,10	0,06
Vel. Bote	(m/s)	0,78	1,01	1,52	1,09	1,19	1,12	0,27	0,24

**Total 4 secciones; 4 perfiles; media  $dQ = 2.25$**

## 5.2. Muestreo de agua y de sedimentos

Durante la comisión E58, 5 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	10062800	10080200
RIO		Aguarico**	Coca**	Napo**	Santiago**	Jatunyacu
ESTACION		Gabarra	San Sebastián	Fco. Orellana	Santiago	D.J Illoculin
FECHA		12/05/05	13/05/05	13/05/05	17/05/05	18/05/05
HORA		08: 15	10: 00	13: 05	11: 00	14: 40
COORDENADAS MUESTRA	Latitud	0.06134	-0.34330	-0.47274	-3.05383	-1.08671
	Longitud	-76.87725	-77.00582	-76.97890	-78.01681	-77.92057
ALTITUD	(m)		285	265	283	570
COTA	(m)	3.25	5.07	4.95	1.63	0.78
CAUDAL	(m3/s)	589	665	1731	1995	206
TEMPERATURA	°C	21.1	21.1	22.6	21.6	19.4
CE	(? S/cm)	73.5	106.3	77.6	63.8	94.8
pH		7.41	7.75	7.57	7.70	7.83
TURBI	(NTU)	87	580	480	400	80

*[C'MES]	(mg/l)	87	865	785	336	54
Nº	ENSAMBLE	812	669	301	716	-
NOMBRE de ARCHIVO		Aguarico007r.000	sanseb007r.000	orellana006r.000	Santiago009r.000	-
OBSEVACIONES						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 E58 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 9 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)

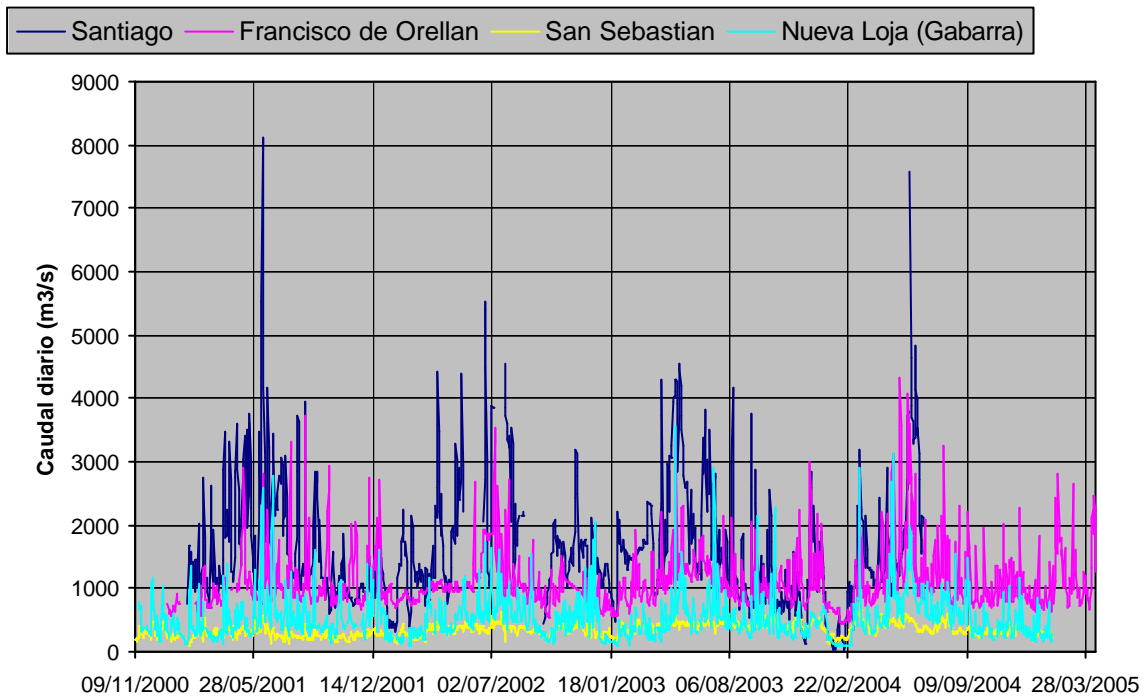
## Léxico :

INAMHI : Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

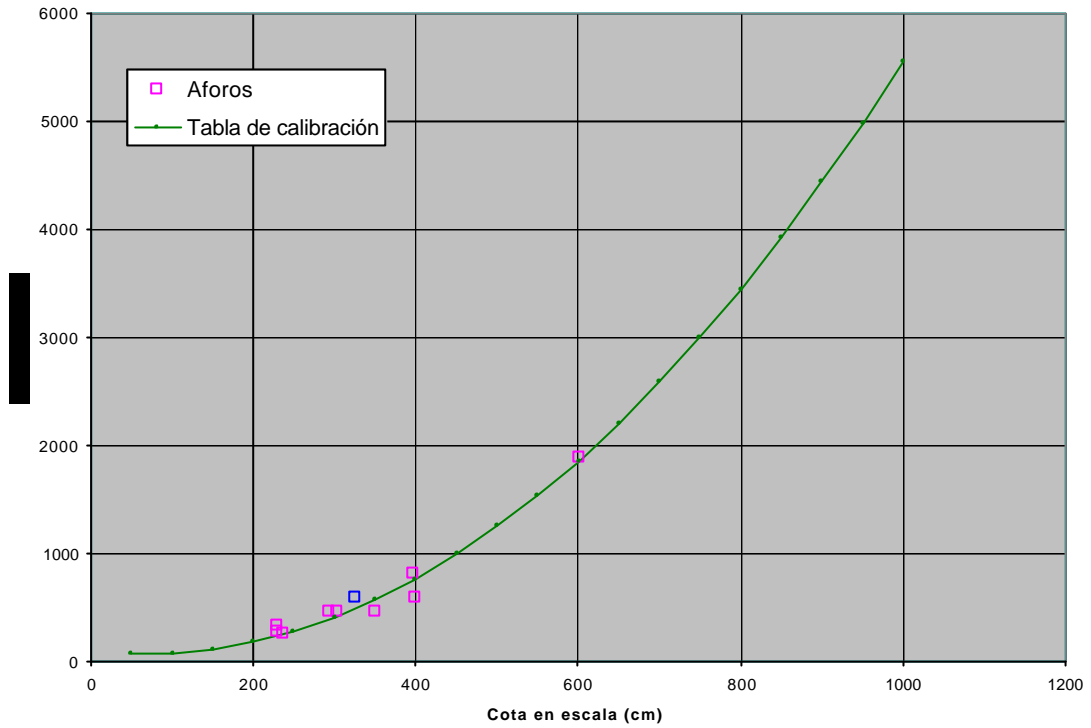
IRD : Instituto de Investigación para el Desarrollo.

**Figura 2: Limnigramas y curvas de gasto**

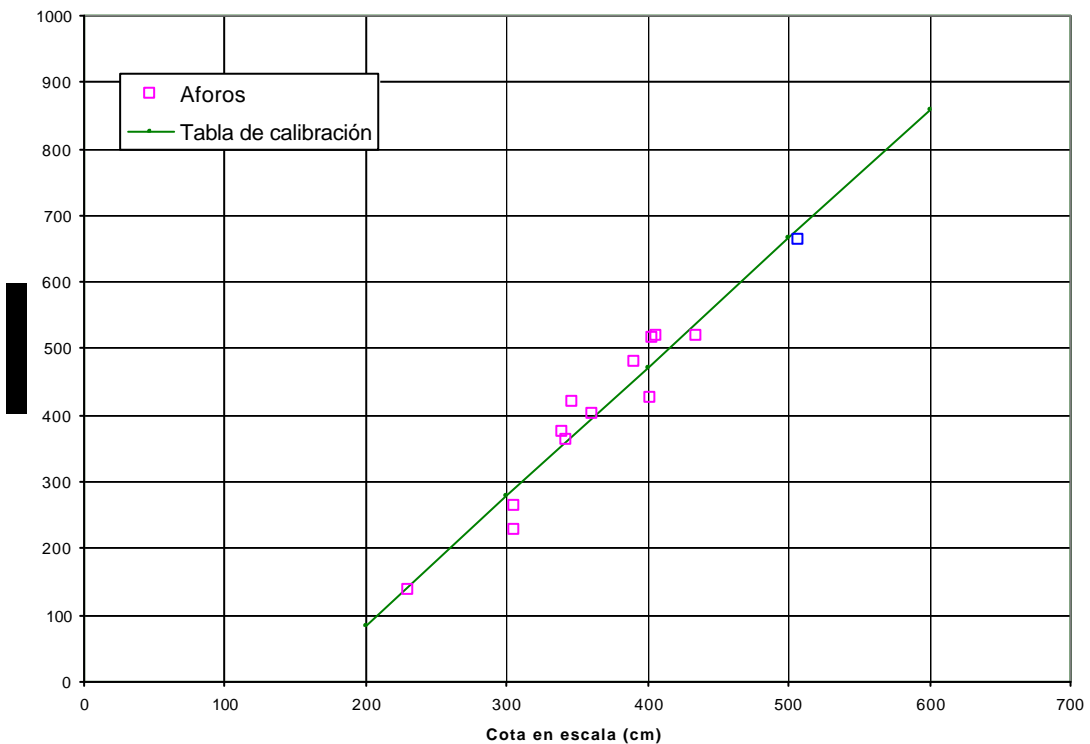
Caudales Diarios



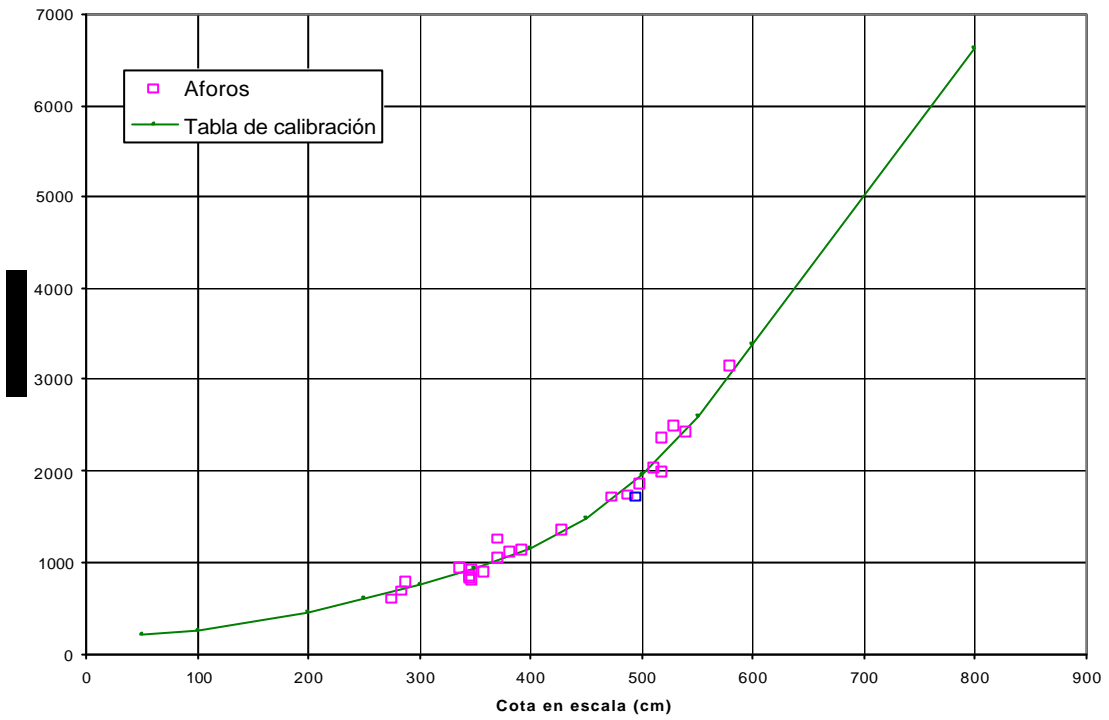
Estación: 10083300 = Nueva Loja (Gabarra) (Napo)  
 Captor: I-1 = Capteur Importé    Captor de Salida: I-1  
 Calibración del 14/11/2000 hasta nuestros días



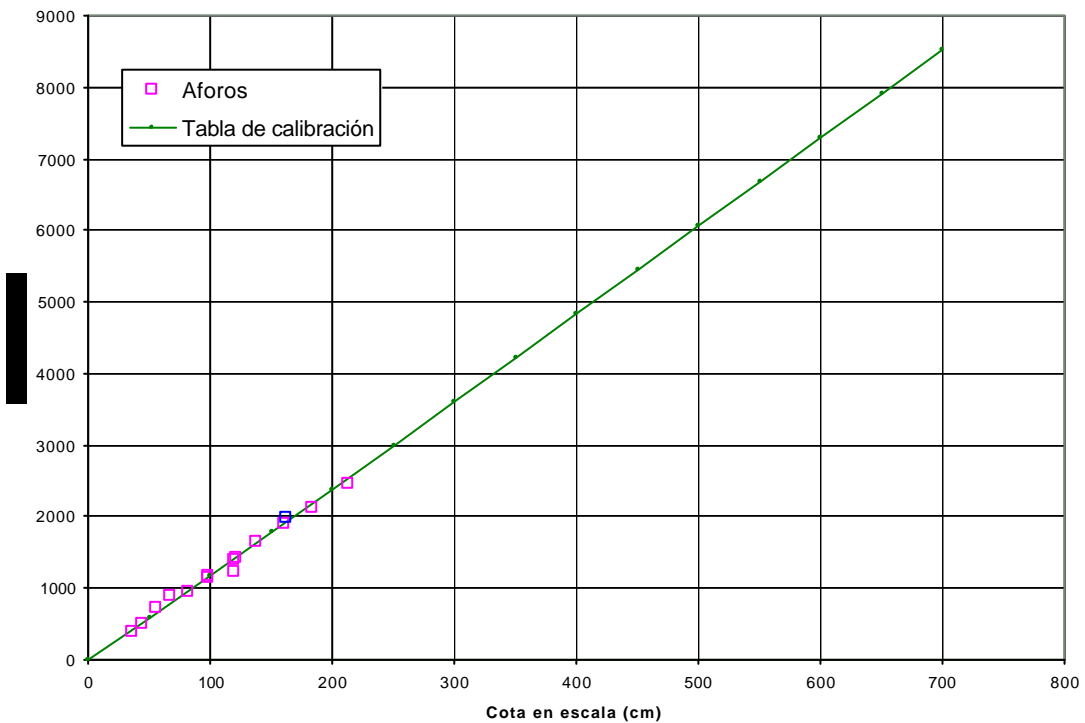
Estación: 10081900 = San Sebastian (Napo)  
 Captor: I-1 = Capteur Importé  
 Calibración del 01/01/2000 hasta nuestros días



Estación: 10080900 = Francisco de Orellana (Coca) (Napo)  
Captor: I-3 = mezcla definitivo 01 hasta 05  
Calibración del 01/01/2000 hasta nuestros días



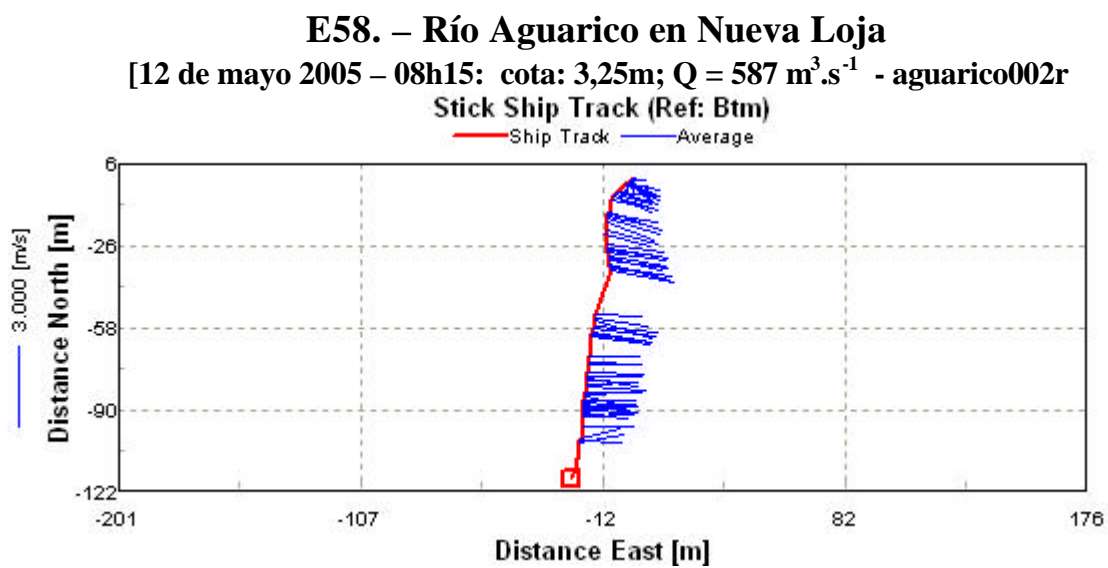
Estación: 10062800 = Santiago (Santiago)  
Captor: I-1 = Capteur Importé  
Calibración del 03/02/2001 hasta nuestros días

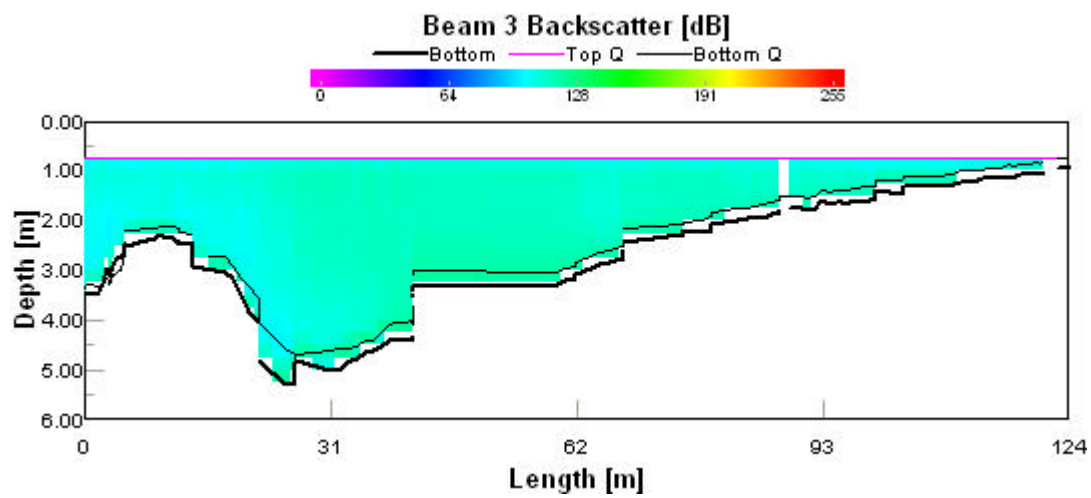
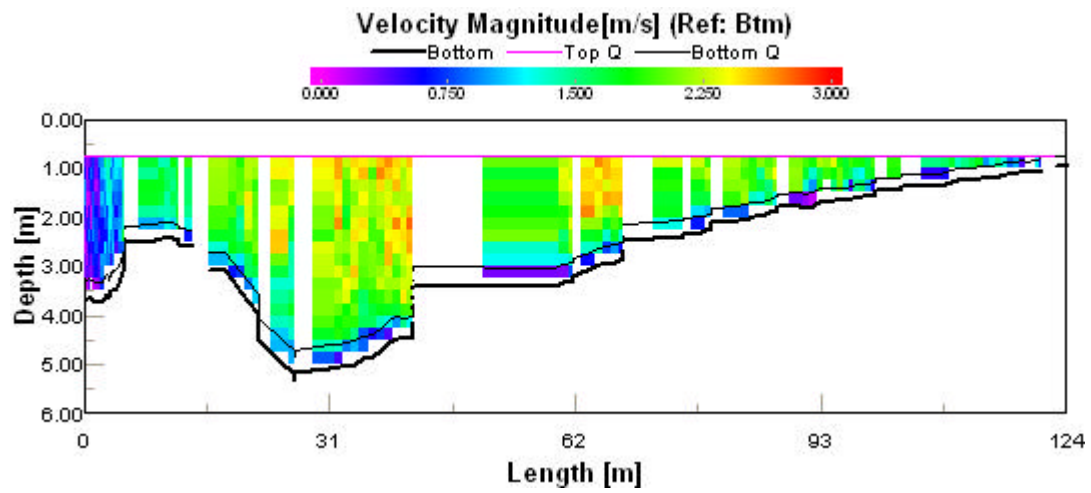


# **Anexo 1**

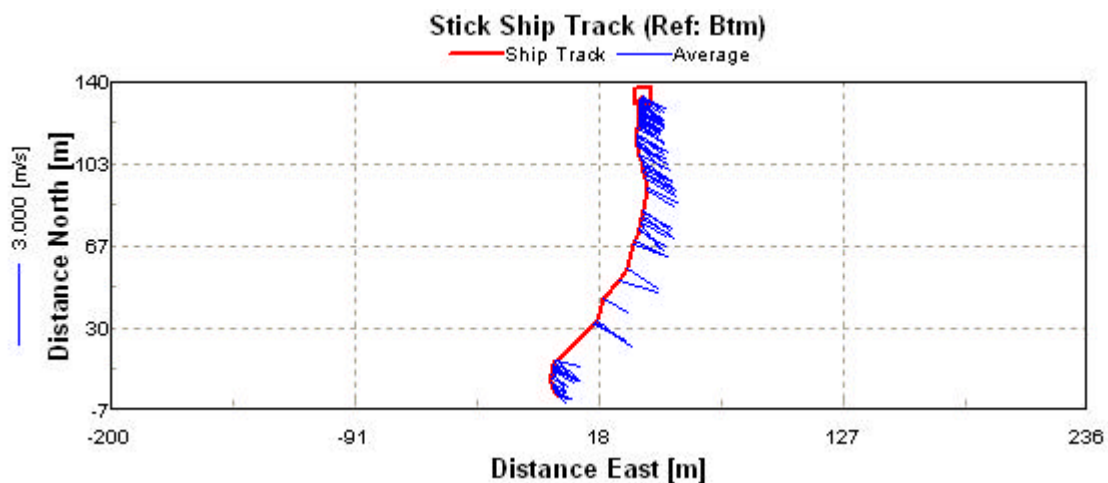
# Gráficos de mediciones de caudales con ADCP

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

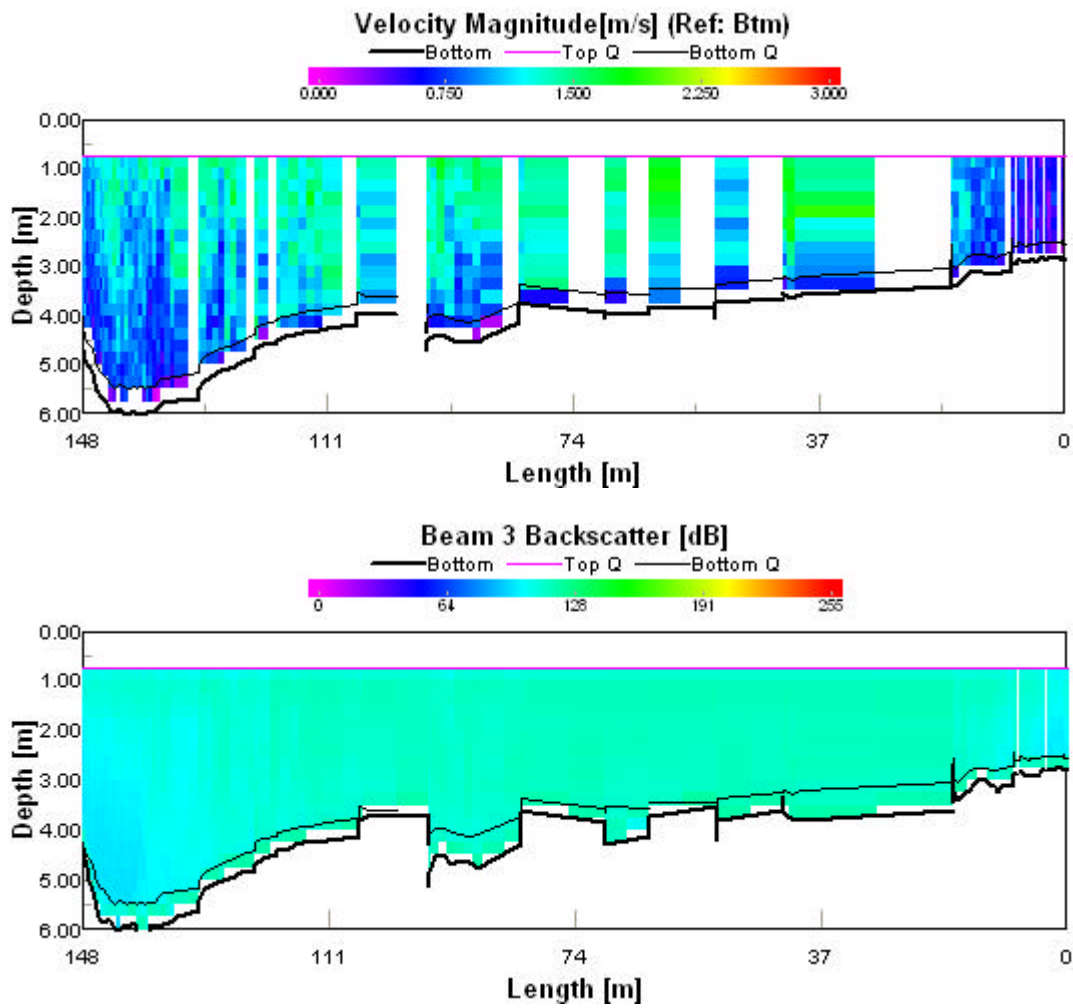




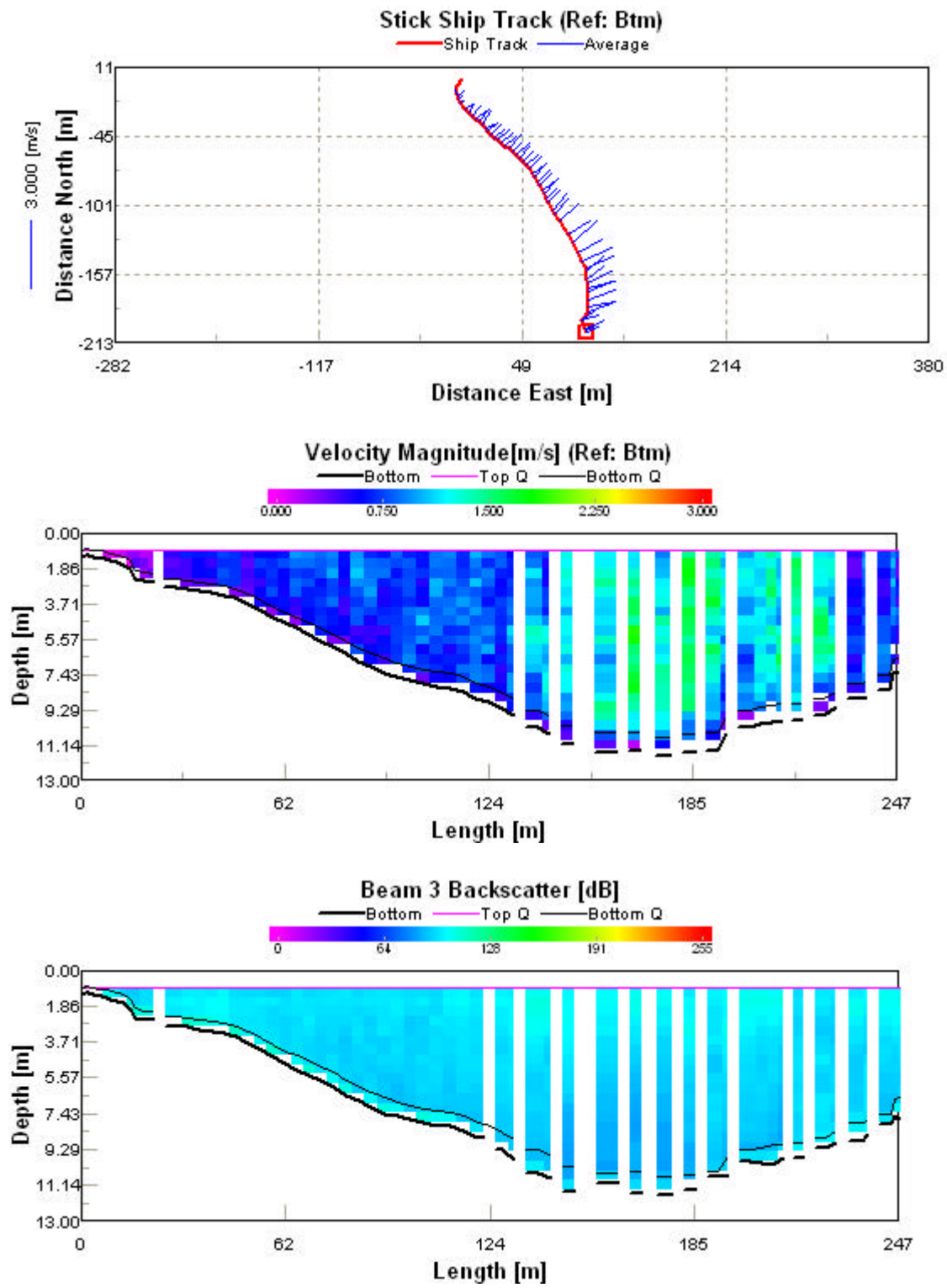
**E58. – Río Coca en San Sebastián**  
[13 de mayo 2005 – 10h00: cota: 5,07m; Q = 644 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - Sebastian006r







**E58. – Río Napo en Fco. De Orellana**  
[13 de mayo 2005 – 13h00: cota: 4,95;  $Q = 1697 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  - Orellana005r



**E58. – Río Santiago en Santiago**

[14 de diciembre 2004 – 09h30: cota: 1,20; Q = 1234 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> - Santiagoebastian002r

