



* Hidrogeodinámica de la Cuenca
Amazónica
Hydrogéodynamique du Bassin
Amazonien

IRD - INAMHI

**44^{va} Comisión de aforos muestreo de agua y sedimentos
Cuenca del Río Napo**

Quito ⇨ Tena ⇨ Coca ⇨ Rocafuerte
⇨ Coca ⇨ Puyo ⇨ Quito

Código E44 : (05 de marzo– 13 de marzo 2004)



Foto 1: Orphymède del Napo en Nuevo Rocafuerte

Rodrigo Pombosa, Elisa Armijos



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 069 - Toulouse

Edición del informe

Rodrigo Pombosa

INAMHI- Quito

Publicación HYBAM Quito
Marzo de 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 : Orphymède del Napo en Nuevo Rocafuerte.

Lista de figura :

Figura 1: Localización de la Cuenca del Río Napo con sus estaciones de referencia – Proyecto Hybam Ecuador.

Figura 2: Puntos de muestreo en la cuenca del Río Napo en el Ecuador).

Figuras 3: Limnigramas diarios y curvas de gasto.

Lista de tabla :

Tabla 1: Cronograma de la comisión E44.

Tabla 2: Resultados de las mediciones de caudales E44.

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 y tratamiento de muestras y de los 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 continuó el estudio de los flujos sedimentarios en la cuenca oriental del Río Napo (Figura 1), con el manejo regular de las estaciones de referencia de MES.

Se realizaron en 9 días de comisión, 20 aforos en 4 secciones diferentes, con muestreos sedimentarios y geoquímicos.

Localización de la Cuenca del Río Napo Proyecto HYBAM - Ecuador

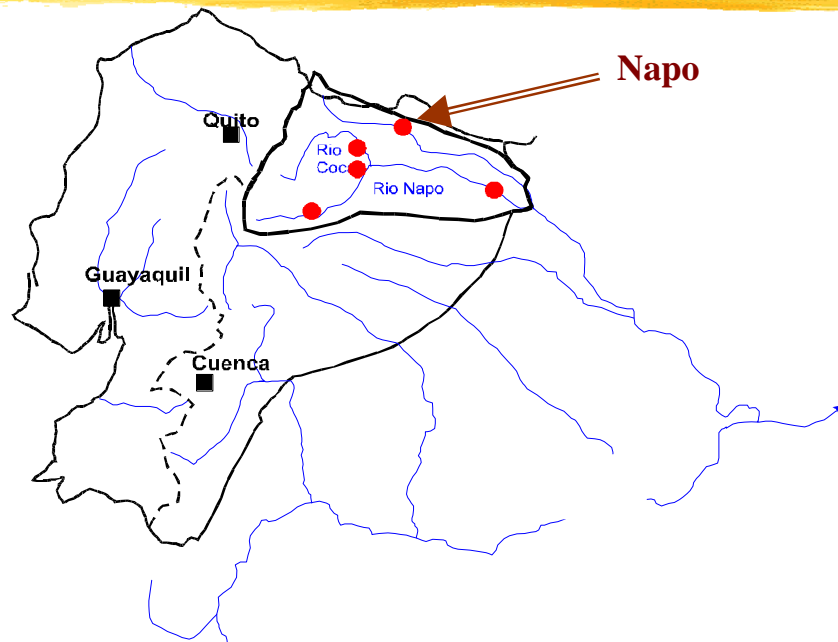


Figura 1: Localización de la Cuenca del Río Napo con sus estaciones de referencia Proyecto HYBAM Ecuador.

2. PARTICIPANTES :

↗ INAMHI - (Quito)
↗ INAMHI - (Quito)

Rodrigo Pombosa
Elisa Armijos

3. ACTIVIDADES DE CAMPO

3.1. Medición de caudales

Se utilizó un ADCP (RDI – Río Grande) de 1200 kHz con un soporte tipo *body board*.

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 Rocafuerte y en Napo en Coca, la disposición fue diferente, se tomó en cuenta la configuración del perfil de la sección. 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 medidas 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 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

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

Cuenca del Napo con etapa de 9 días de Quito, Tena, Coca, Nuevo Rocafuerte, Coca, Tena Puyo y regreso hasta Quito.

Tabla 1: Cronograma de la comisión E44

	Ciudades										
Personal	Sigla	05-mar	06-mar	07-mar	08-mar	09-mar	10-mar	11-mar	12-mar	13-mar	Días
Elisa Armijos	EA	+	+	+	+	+	+	+	+	+	9
Rodrigo Pombosa	RP	+	+	+	+	+	+	+	+	+	9
Número de personas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Número de días		1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Leyenda

Trechos

Etapa terrestre (carro)

+

Etapa de barco

+

☞ **05 de marzo**

- Viaje Quito – Tena por tierra, visita a la Estación de Jatunyacu D.J.Ilocullin sobre el Río Jatunyacu - trabajo con el observador, y muestreo superficial de agua.(E44.01), se paga al observador y se retiran las muestras de agua y lecturas.

☞ **06 de marzo:**

- Viaje Tena - Coca por tierra, vía cerrada abren a partir del medio día, trabajo con la observadora de la estación San Sebastián del Coca, se retiran las muestras, se paga a la observadora, necesita una cinta nueva para tomar las lecturas, se revisa el ORPHYMEDES no se encuentra funcionando bien.

☞ **07 de marzo:**

- Se revisa el ORPHYMEDES manguera plástica en la sección media del aparato se encuentra doblada, se corrige su posición y se le deja funcionando correctamente.
- Viaje Coca – Itaya por canoa, (3 horas). Aforo (5 mediciones) del Río Napo en Itaya frente del muelle flotante de la Compañía OXI, aforo líquido (4 mediciones) y sólido del Río (E44.02), se traen las lecturas tomadas.

- Viaje Itaya – San Sebastián del Coca (4 horas). Aforo (6 mediciones) del Río Coca en San Sebastián, aforo líquido (5 mediciones) y sólido del Río (E44.03)

📅 08 de marzo:

- Viaje de barco Coca - Nuevo Rocafuerte (10 horas).

📅 09 de marzo:

- Aforo Río Napo en Nuevo Rocafuerte: aforo líquido (5 mediciones) y sólido (E44.04), a partir de la medición 3 se hace una parada por la presencia de lluvia que no permite continuar, se reinicia luego de que la lluvia había pasado un poco.

📅 10 de marzo:

- Trabajo con el ORPHYMEDES, mantenimiento del lugar donde está instalado, se toma los parámetros PH, temperatura, turbiedad y conductividad de todas las muestras tomadas por la observadora (100). Se analizan las cotas tomadas por el ORPHYMEDES, el INOCAR y la Observadora día a día y se constata que la observadora no lo está haciendo de bien, se conversa con ella e indica que ha pedido que otras personas hagan las observaciones, por lo que ella está saliendo constantemente al Coca, las lecturas no están bien, por lo que se decide cambiar de observadora, se instruye a una joven para que realice el trabajo.

📅 11 de marzo:

- Viaje Rocafuerte – Coca (10 horas), se constata la presencia de una gran crecida por lo que se decide realizar un aforo nivel de crecida 6.60 metros en Napo en Coca, aforo complicado por la presencia de palizadas, aforo líquido (3 mediciones) y sólido (E44.05).

📅 12 de marzo:

- Se revisa el ORPHYMEDES, se constata su buen funcionamiento.
- Visita a la estación San Sebastián, se entrega una cinta nueva para la toma de lecturas.
- Viaje por vía terrestre Coca – Puyo, no se puede ir a Quito por Baeza, la vía está cerrada por cuanto hay deslaves y tienen que reparar 2 puentes en el sector de Cuyuja.

📅 13 de marzo:

- Viaje por vía terrestre Puyo – Quito.

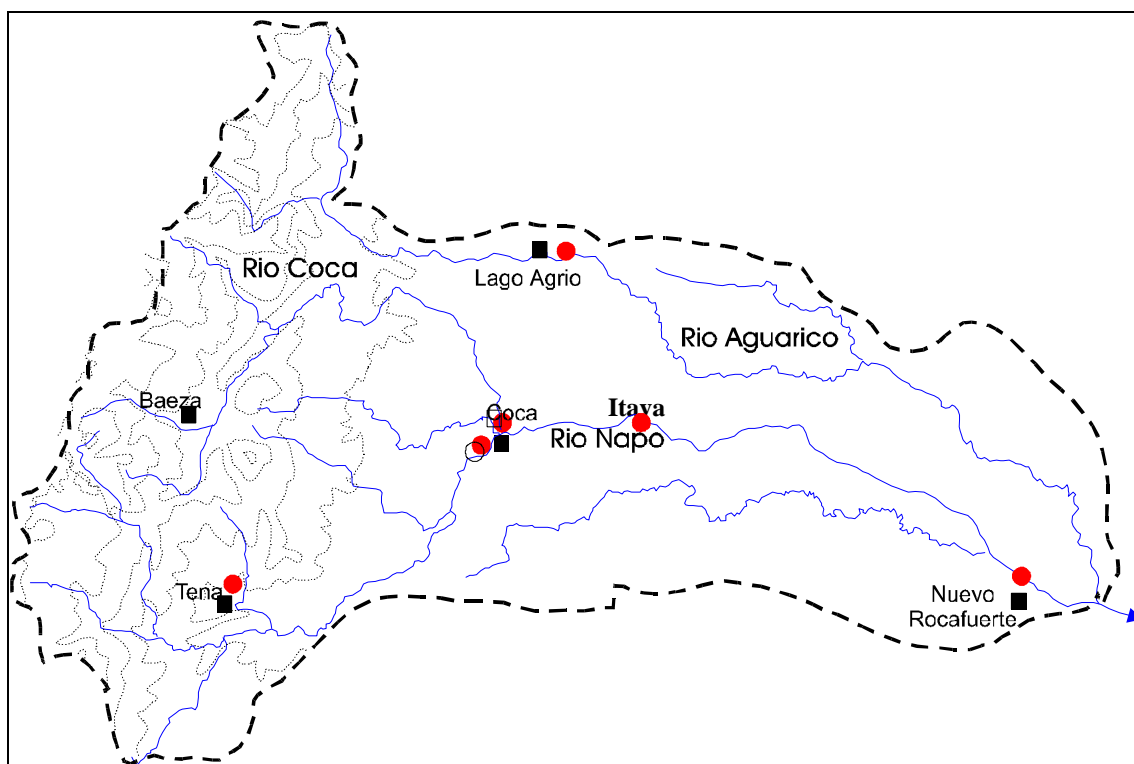


Figura 2: Puntos de muestreo en la Cuenca del Río Napo en el Ecuador
[ver tabla 2 para el código de las estaciones]

Tabla 2: Resultados de las mediciones de caudales E44

Río	Estación	Código HYBAM	Código INAMHI*	Fecha	Hora	Cota media	Ancho (m)	Caudal (m³/s)	N° Medi.	dQ %	Caudal con GPS
Napo	Itaya	10 082 300	-	07/03/04	10h00	2,52	851	1801	2	1,88	X
Napo	Itaya	10 082 300	-	07/03/04	11h30	2,44	924	1496	2	5,48	X
Coca	San Sebastián	10 081 900	HB24	07/03/04	16h00	3,60	140	403	6	2,27	X
Napo	Rocafuerte	10 082 800	HB26	09/03/04	13h00	2,22	1316	1546	6	2,86	X
Napo	Coca	10 080 900	HB25	11/03/04	18h00	6.60	558	5566	4	4,81	X

* nuevos códigos INAMHI desde abril 2002

Total 4 secciones; 20 perfiles; media dQ = 3,46 %

Tabla 3: Características de los puntos de muestreo

(Mediciones físico-químicas "in situ" de las muestras de comisión)

Código muestra	Río	Estación	Fecha	Hora	Punto de muestreo		Altitud	Cota	Caudal	T	pH	C.E.	Turb.	MES*
					Latitud	Longitud								
							<i>m.s.n. m.</i>	<i>m</i>	<i>m³/s</i>	<i>°C</i>		<i>uS/cm</i>	<i>NTU</i>	<i>mg/l</i>
E44.01	Jatunyacu	D.J.Iloculin	05-03-04	15h30	S01,08213	W79,1369	570	1,10	250	19,3	7,85	84,6	330,0	935,0
E44.02**	Napo	Itaya	07-03-04	10h00	S00,43404	W76,53442		2,50	1801	26,2	7,27	61,4	127,0	239,0
E44.03**	Coca	San Sebastián	07-03-04	15h45	S00,34287	W77,00680	290	3,60	403	22,3	7,67	111,1	75,0	131,3
E44.04**	Napo	Rocafuerte	09-03-04	13h00	S00,90631	W75,42036	194	2,22	1546	25,2	7,29	67,9	96,2	133,8
E44.05**	Napo	Orellana	11-03-04	17h10	S00,47599	W76,98544	273	6,60	5566	24,9	6,85	34,3	298,0	88,5

(*) = 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 (desde 01/01/2003) (sistema actual)

Altitudes:

en normal : altitud GPS

en itálico negrita: altitud DGPS

5. RESULTADOS

5.1. Medición de caudales

La época de la comisión E44 (marzo) está caracterizada por aguas dejando el estiaje en la cuenca del río Napo (Fig. 3), con una gran crecida en el Río Napo en Coca el día 11.

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 observado varía de 1,88 % hasta 5,48 %, en función de las características de la sección.

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 (fig. 3).

5.1.1. Río Napo en Itaya:

07 de marzo –10h00: cota = 2.52 m; Q = 1801 m³.s⁻¹

Buena sección de medición.

5.1.2. Río Coca en San Sebastián:

07 de marzo – 16h00: cota = 3.6 m; Q = 403 m³.s⁻¹

Buena sección de medición.

5.1.3. Río Napo en Rocafuerte:

09 de marzo –13h00: cota = 2,22 m; Q = 1546 m³.s⁻¹

Buena sección de medición.

5.1.4. Río Napo en Coca:

11 de marzo – 18h00: cota = 6.60m; Q = 5566 m³.s⁻¹.

Buena sección de medición.

5.2. Muestreo de agua y de sedimentos

Durante la comisión E44, 5 puntos fueron muestreados (Tabla 3). En 4 secciones, los caudales fueron medidos con el ADCP en los lugares de muestreo.

Los parámetros físico-químicos del agua (temperatura, conductividad eléctrica) fueron medidos *in situ*, en la canoa.

6, FINANCIAMIENTO DE LA COMISIÓN

La campaña E44 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, 20 aforos en 4 secciones diferentes 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 :

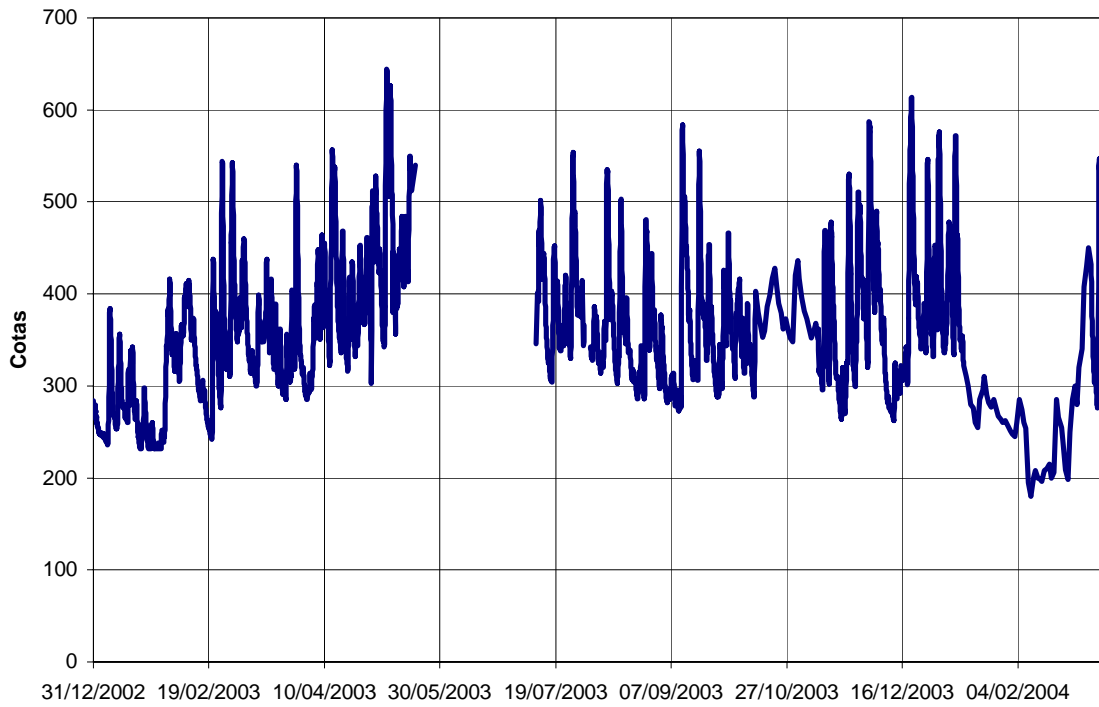
INAMHI : Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

IRD : Instituto de Investigación para el Desarrollo.

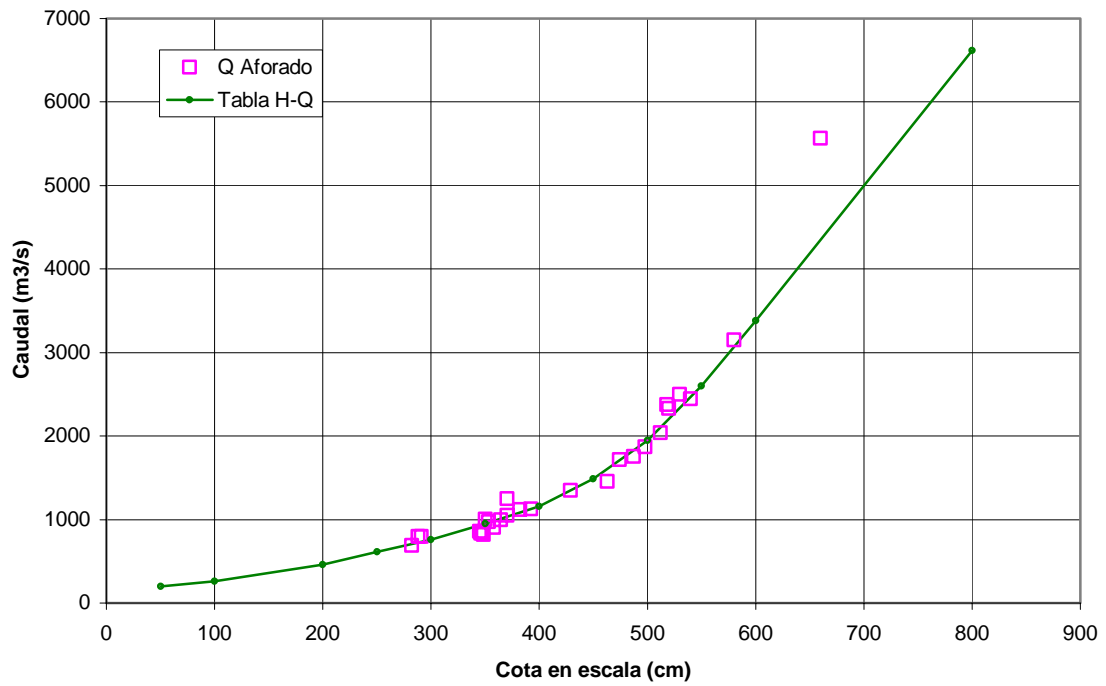
Figuras 3: Limnigramas y curvas de gasto

— Código-1

Gráfico de las Cotas de Francisco de Orellana (Coca) --> I3

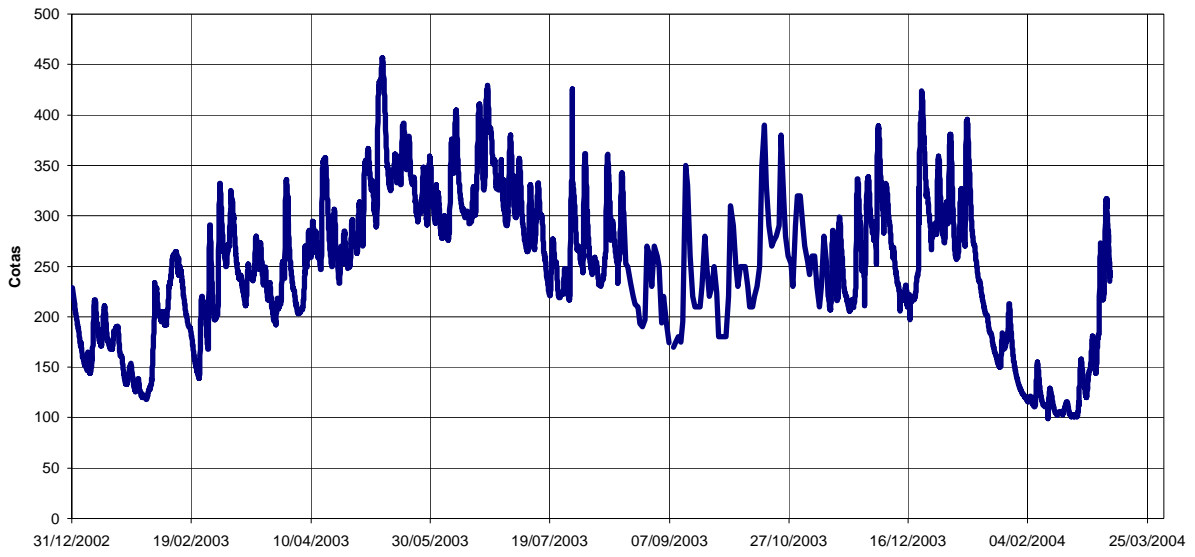


Calibración de la Estación - Captor: Francisco de Orellana (Coca) - I3
 Periodo de Validez: 01/01/00 hasta nuestros días

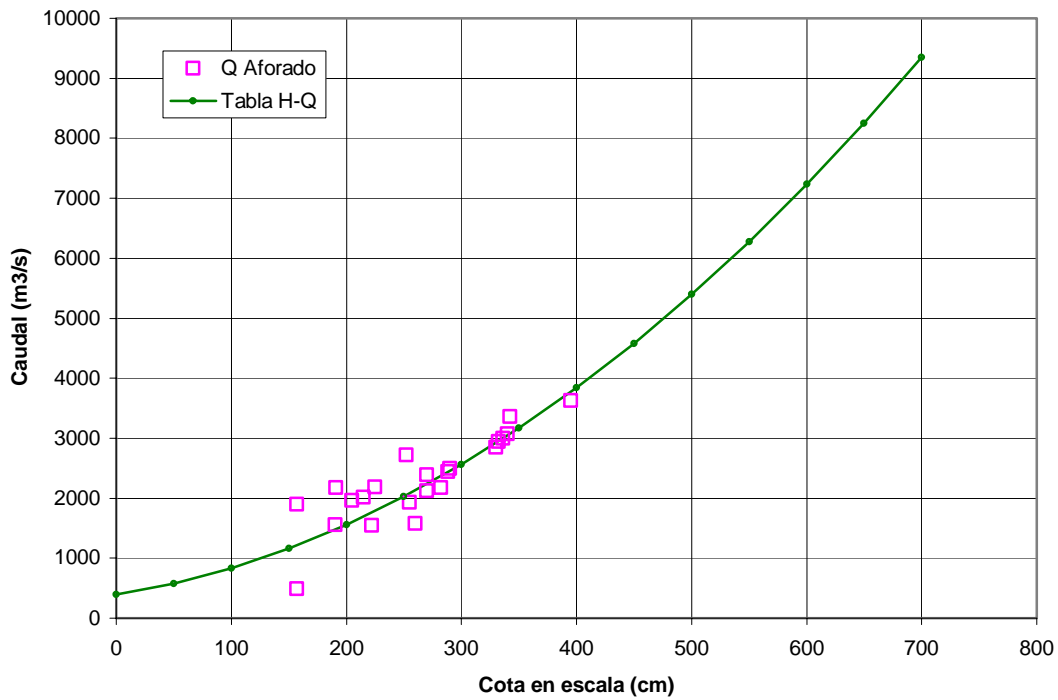


— Código-'1'

Gráfico de las Cotas de Nuevo Rocafuerte --> I4

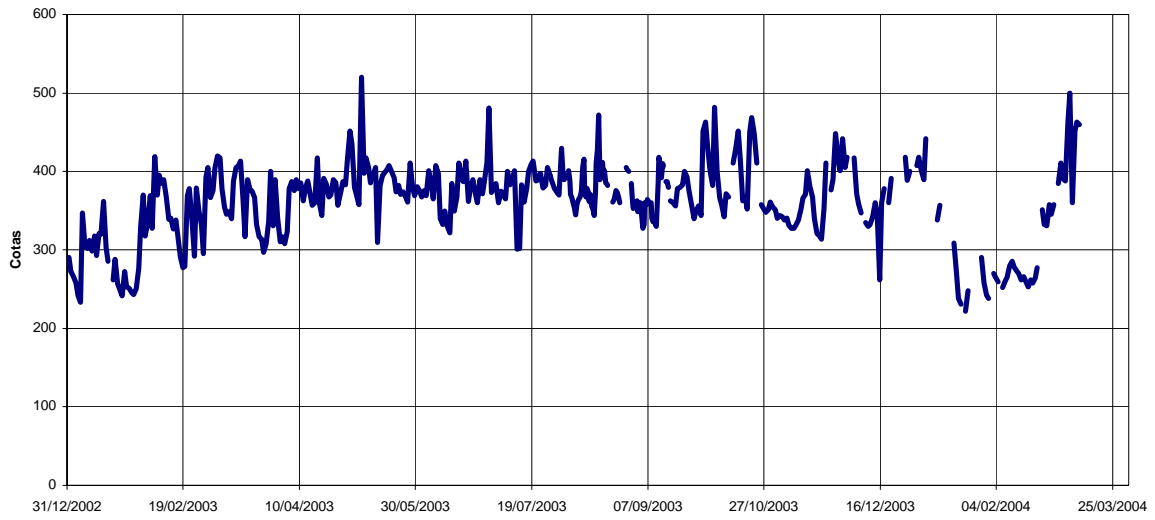


Calibración de la Estación - Captor: Nuevo Rocafuerte - I4
Periodo de Validez: 01/01/98 hasta nuestros días

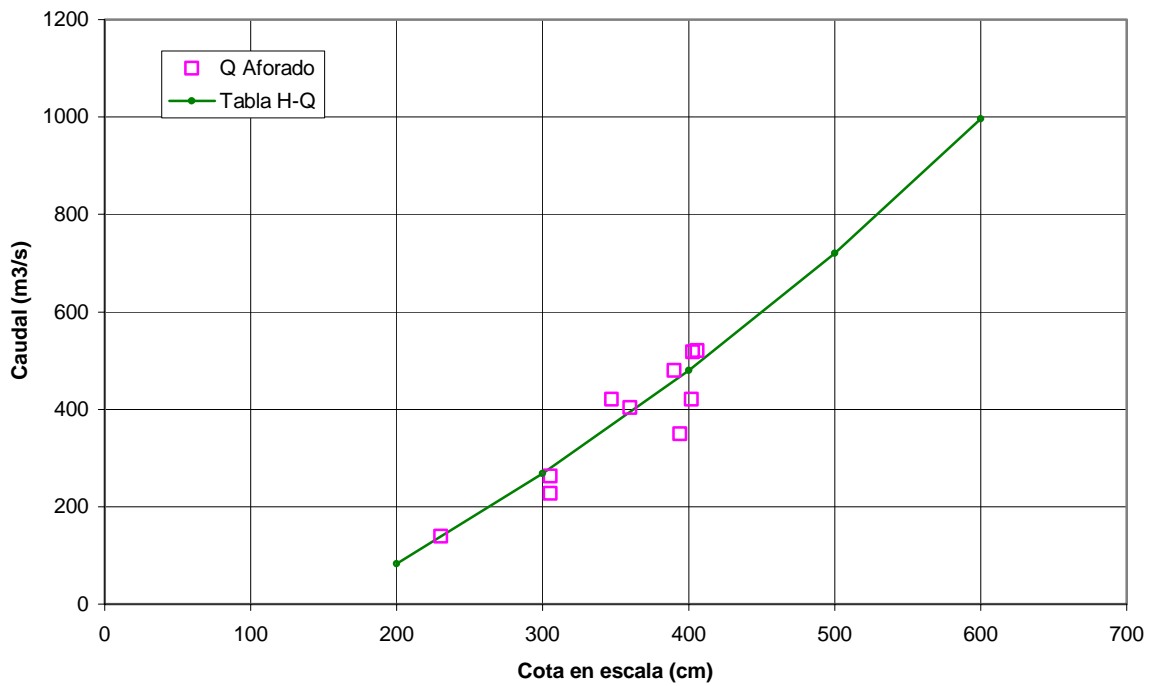


Código: '1'

Gráfico de las Cotas de San Sebastian --> I1



Calibración de la Estación - Captor: San Sebastian - I1
Periodo de Validez: 01/01/00 hasta nuestros días



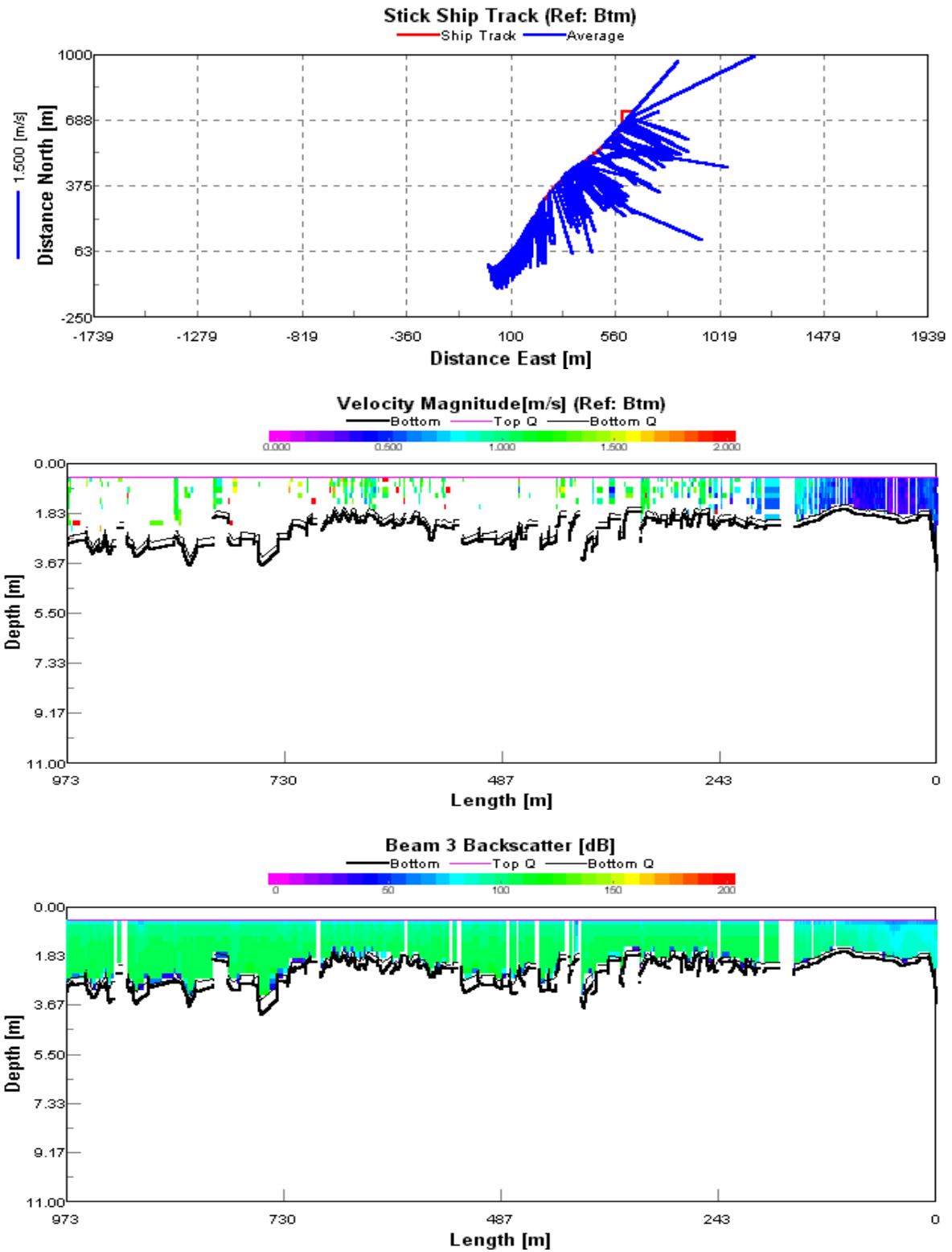
Anexo 1

Gráficos de mediciones de caudales con ADCP

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

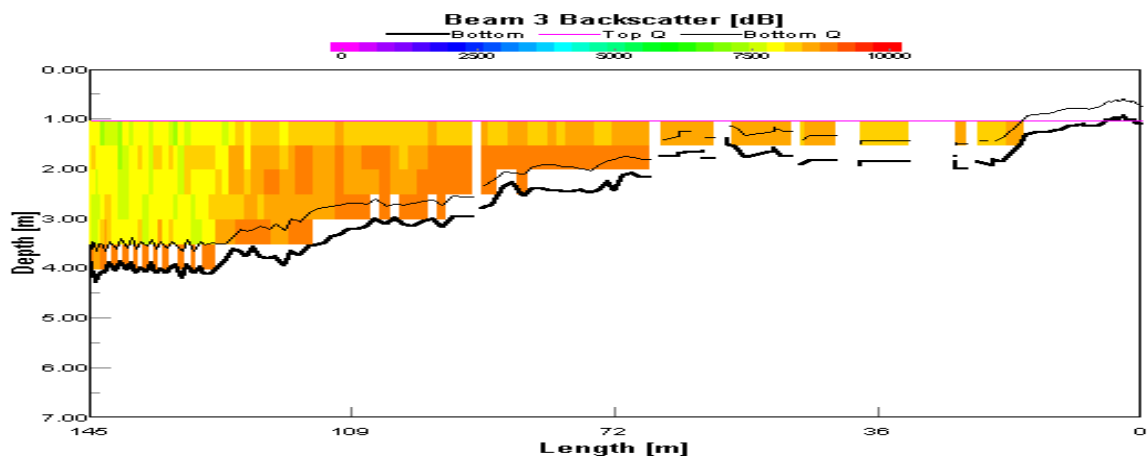
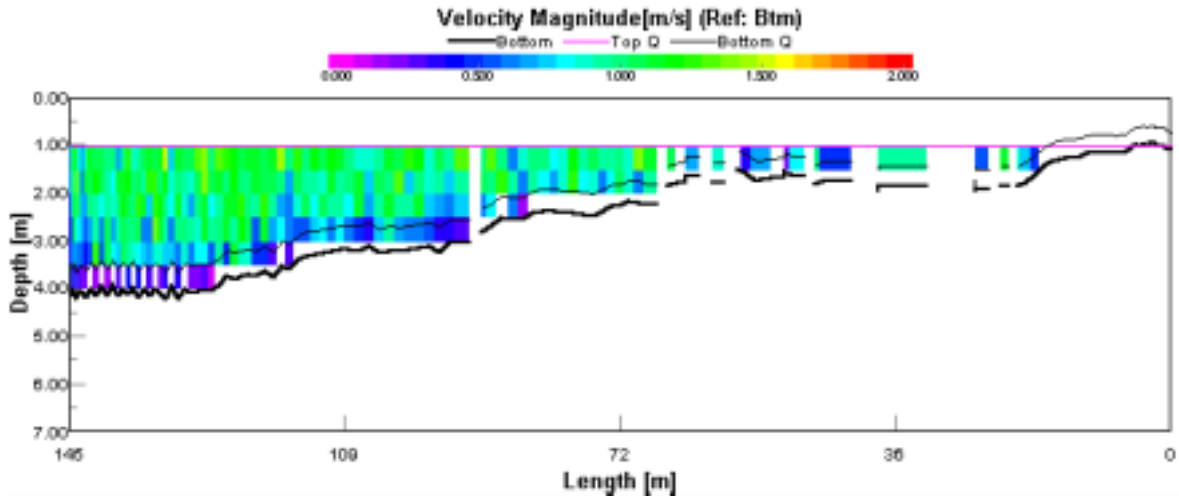
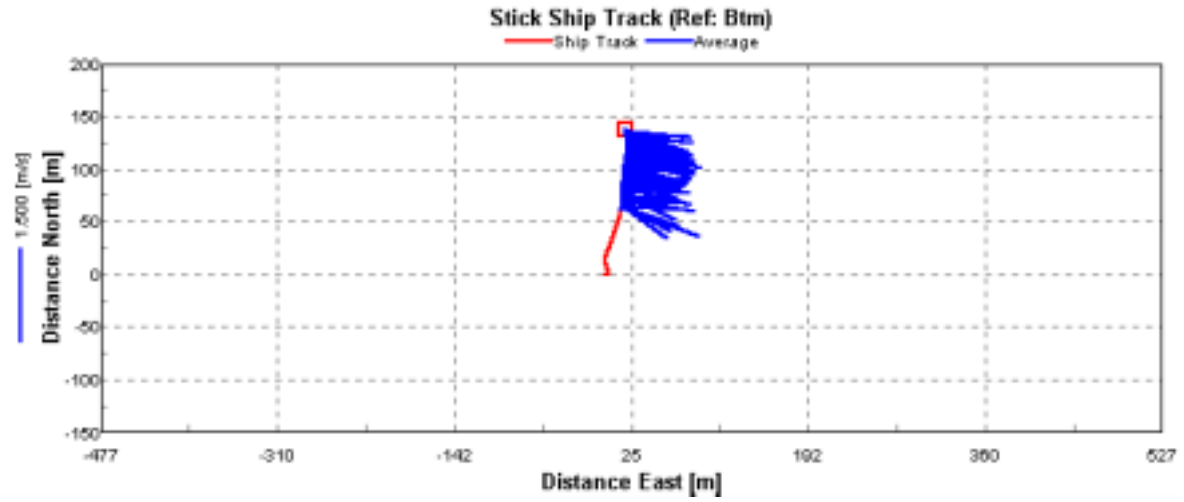
E44. – Rio Napo en Itaya

[07 de marzo 2004 – 10h00: cota: 2,52; Q = 1825 m³.s⁻¹ - E44Itaya 002r

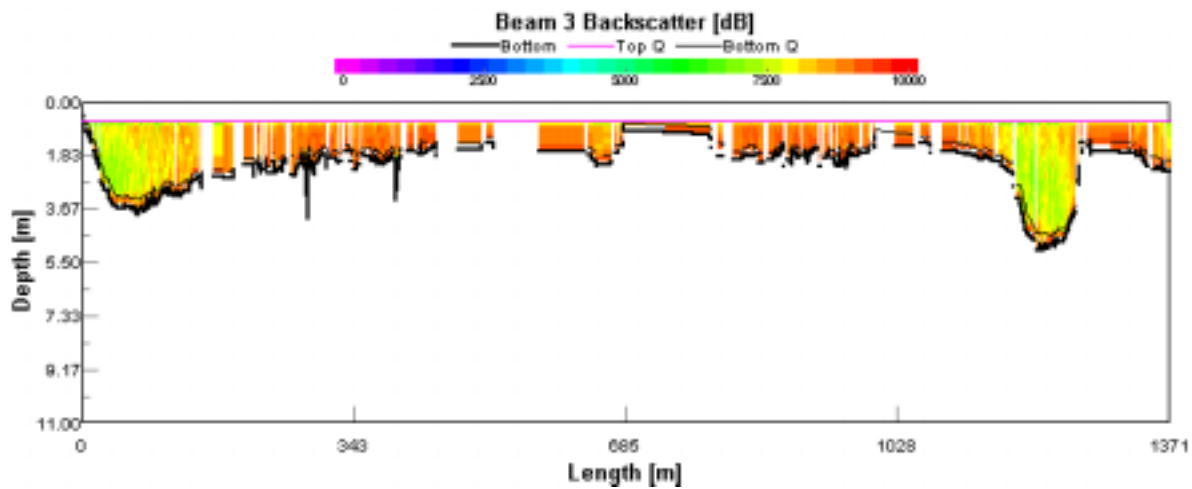
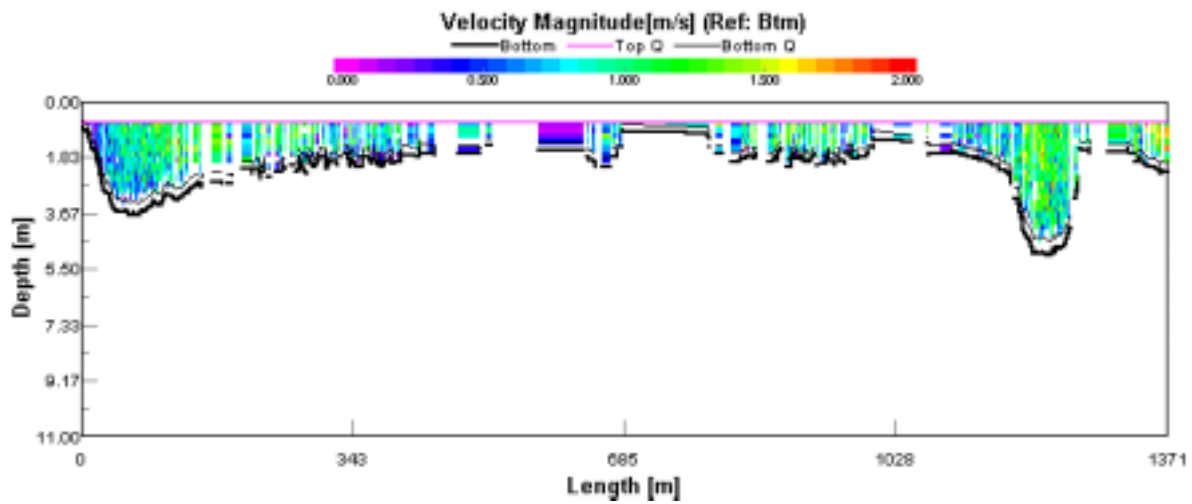
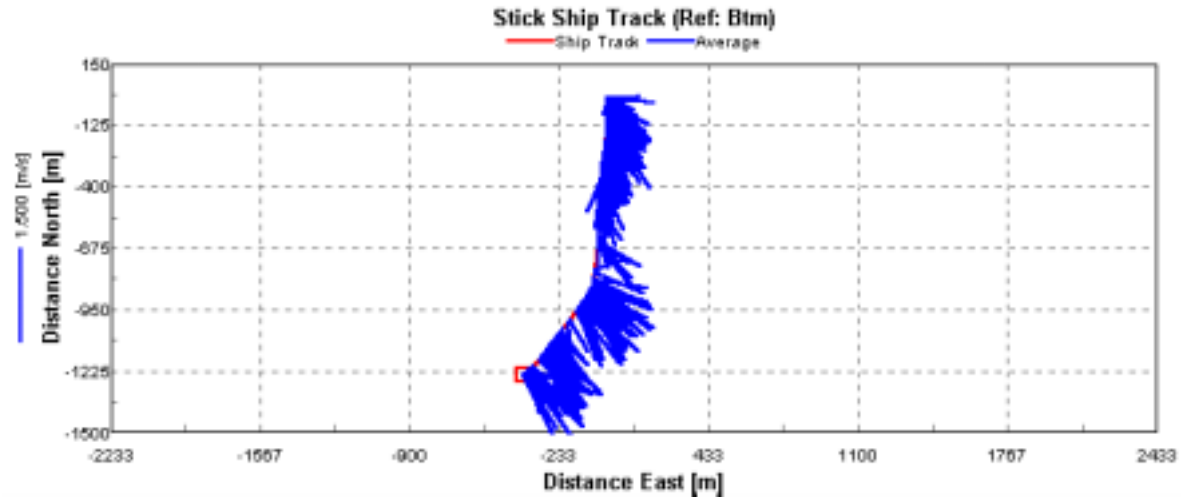


E44. – Rio Coca en San Sebastián

[07 de marzo 2004; 16h00: cota:-11,40 ; Q: 410m³.s⁻¹; E44 Sebastian001r]



E44. – Rio Napo en Nuevo Rocafuerte
[09 de marzo 2004– 13h00: cota:2,22m; Q = 1512 m³.s⁻¹ - E44Rocaf002r]



E44. – Rio Napo en Coca

[11 de marzo 2004;18h00; cota: 6,60 (muelle) ; Q: 5756 m³.s⁻¹; E44 Coca2000r]

