

**INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA**

**PROCESO DE GESTIÓN HIDROLOGICA**

**INFORME TÉCNICO DE COMISIÓN CUENCA DEL NAPO**

Quito, 28 de Diciembre de 2006.

**PARA:** Director Ejecutivo del INAMH  
**DE:** Ing. Rodrigo Pombosa, Ing. Elisa Armijos  
**PERIODO:** 11 al 21 de Diciembre del 2006.

**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 figuras :

Figura 1: Estaciones de Referencia del Proyecto HYBAM-Ecuador (Cuencas del Río Napo)

Lista de tabla :

Tabla 1: Cronograma de la comisión E71.

Tabla 2: Resultados de las mediciones de caudales E71.

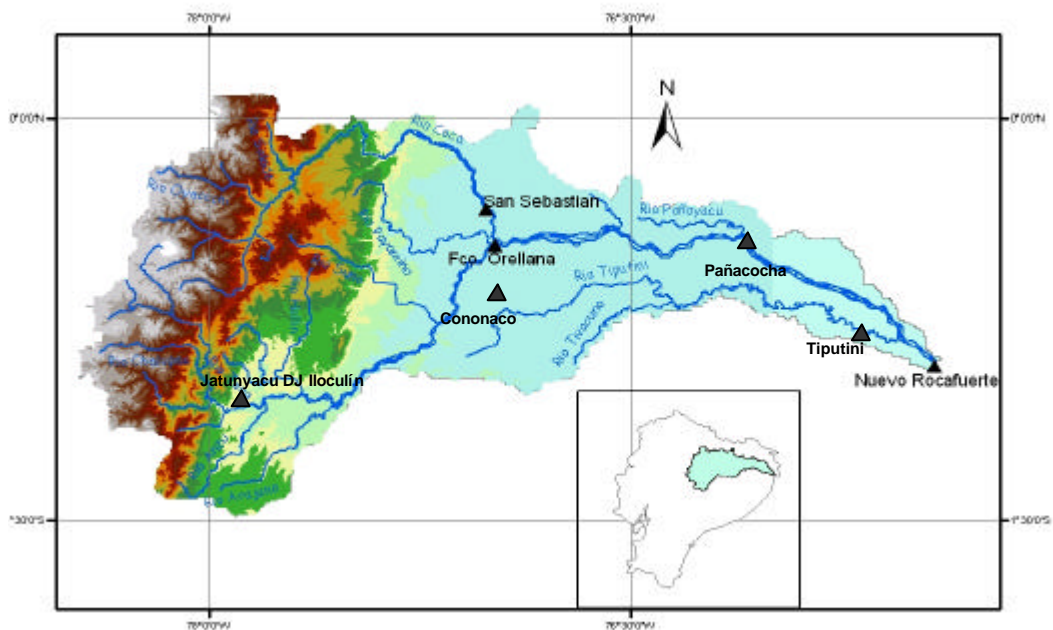
Tabla 3: Características de los puntos de muestreo (Mediciones físico-químicas *in situ*).

Lista de anexos:

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).

## 1. OBJETIVOS DE LA COMISIÓN

- ? Continuar con el monitoreo de las estaciones de la cuenca del Napo, sobre todo en la parte baja de la cuenca
- ? Realizar aforos en la estaciones de referencia de la parte baja de la cuenca del Napo.
- ? Realizar la inspección para la instalación de nuevas estaciones hidrológicas y meteorológicas.
- ? Verificar el buen funcionamiento de los registradores automáticos ubicados en las estaciones de Francisco de Orellana, y Nuevo Rocafuerte.
- ? Continuar con, con el manejo regular de las estaciones de referencia de MES (Material en Suspensión) Fig.1
- ? Capacitación de estudiantes, que realizan la tesis dentro del Proyecto Hybam



*Figura 1: Estaciones de Referencia del Proyecto HYBAM-Ecuador (Cuenca del Río Napo).*

## 2. PARTICIPANTES :

✍ INAMHI - (Quito)	Ing. Marco Moreira
✍ IRD - (Francia)	Dr. Luc Bourrel
✍ INAMHI - (Quito)	Rodrigo Pombosa
✍ INAMHI - (Quito)	Elisa Armijos
✍ UCE-estudiante - (Quito)	Andrea Vera
✍ PUCE- estudiante - (Quito)	Raúl Galeas
✍ PUCE-estudiante - (Quito)	Pablo Melo

### **3. ACTIVIDADES DE CAMPO**

#### **3.1. Medición de caudales**

Se utilizó un ADCP (RDI – Río Grande) de 1200 kHz , anclado a la embarcación 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 (  $A_p = \pm 3-10 \text{ m}$  ) con el Sistema WGS 84..

En ciertos casos en ausencia de reglas limnimétricas (ejemplo del puente sobre el río Aguarico), 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 70 % 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 11 días a la Cuenca del Río Napo.

**Tabla 1: Cronograma de la comisión E71**

	<b>Ciudades</b>												
<b>Personal</b>	<b>Sigla</b>	<b>11 de dic</b>	<b>12 de dic</b>	<b>13 de dic</b>	<b>14 de dic</b>	<b>15 de dic</b>	<b>16 de dic</b>	<b>17 de dic</b>	<b>18 de dic</b>	<b>19 de dic</b>	<b>20 de dic</b>	<b>21 de dic</b>	<b>Días</b>
Ing. Marco Moreira	MM		*	+*									
Dr. Luc Bourrel	LB		*	+O	O	O	+O	+	+	? O	*		
Rodrigo Pombosa	RP	?	? O	+O	O	O	+O	+	+	? O	? O	?	
Elisa Armijos	EA	?	? O	+O	O	O	+O	+	+	? O	? O	?	
Andrea Vera	AV	?	? O	+O	O	O	+O	+	+	? O	? O	?	
Raúl Galeas	RG	?	? O	+O	O	O	+O	+	+	? O	? O	?	
Pablo Melo	PM	?	? O	+O	O	O	+O	+	+	? O	? O	?	5
<b>Número de personas</b>	7	5	7	7	6	6	6	6	6	6	6	5	
<b>Número de días</b>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

**Leyenda**

**Trechos**

Etapa de avión \*

Etapa terrestre (carro/bus) ?

Etapa de bote +

Trabajo de campo O

- Viaje Quito- Tena
- Visita a la estación de Jatunyacu DJ Iloculín
- Toma de parámetros in situ, muestreo para datos de Material en Suspensión
- Visita al observador, retiro de lecturas limnimétricas de los meses de julio a diciembre, pago al observador, retiro de muestras cada diez días de estos mismos meses.
- Entrega de material para seis meses de observaciones.
- Se pernocta en Tena

#### ✍ **12 de diciembre**

- Viaje Tena- Francisco de Orellana.
- Visita a la estación Napo en Fco. de Orellana.
- Verificación del orphimedes, se detecta que existe una fisura en la manguera, se hacen los arreglos y se comprueba el buen funcionamiento.
- El Ing. Marco Moreira y el Dr. Bourrel llegan a Fco. de Orellana vía aérea.
- Se pernocta en Francisco de Orellana.

#### ✍ **13 de diciembre**

- Viaje a la estación de Coca en San Sebastián, aforo de gasto líquido (4) y un aforo sólido.
- Aforo de gasto líquido (5), y un aforo sólido sobre el río Napo en la estación de Francisco de Orellana
- Muestreo para la estación ORE.
- Filtración de las muestras del aforo sólido, y un porcentaje de las recolectadas por el observador.
- Pago al observador hasta el mes de diciembre.
- Recolección de los datos de limnimetría y muestras para determinar material en suspensión.
- El Ing. Marco Moreira regresa a Quito vía aérea.
- Se pernocta en Francisco de Orellana.

#### ✍ **14 de diciembre**

- Viaje Francisco de Orellana- Pañacocha en canoa (5 horas)
- Aforo líquido (6) y un aforo sólido sobre el río Napo en Pañacocha.
- Inspección de un sitio donde se puede colocar una estación hidrológica, coordenadas S 00° 26' 52,6'' y W 76° 04' 30,5''
- Se pernocta en Pañacocha.

#### ✍ **15 de diciembre**

- Viaje de Pañacocha- Tiputini,
- Inspección para la instalación de la estación Tiputini A.J. Napo, desde la confluencia de los ríos Napo y Tiputini, se sube por el río Tiputini, a 20 minutos en canoa existe un rótulo de la Escuela Yanayacu coordenadas S 00° 50' 10.4'' y W 75° 33' 48.5'' el sitio es apropiado por cuanto presenta una buena sección de aforo, a unos 500 m desde la orilla del río se encuentra la escuela, se conversa con el Profesor Wimper Jipa y con el Sr. Hermilo Alvarado quienes están de acuerdo en relizar las observaciones.

- Viaje a Nuevo Rocafuerte.
- Se pernocta en Nuevo Rocafuerte.

#### ✍ **16 de diciembre**

- Verificación del funcionamiento del orphimedes.
- Este tiene problemas , se procede hacer un cambio total de equipo y cable
- Se comprueba su funcionamiento.
- Aforo líquido (7), y aforo sólido
- Adiestramiento en la utilización de la ecosonda acoplada al ADCP
- Visita al observador Sr. Mamallacta, se retiran las muestras para material en suspensión y los datos de limnimetría.
- Se pernocta en Nuevo Rocafuerte.

#### ✍ **17 de diciembre**

- Viaje de Nuevo Rocafuerte- Yasuní (5 horas en canoa)
- El único sitio habitado es el de la comunidad Huaoraní
- Se habló con el Sr.Jack Jaramillo, quien es el Presidente de la Junta del sector Kawimeno, las coordenadas del sector son S 01° 02' 1.7'' y W 75° 46' 49,6'' para pedir la autorización para instalar una estación automática hidrológica.
- Regreso a Nuevo Rocafuerte, verificación del buen funcionamiento del orphimedes.
- Se pernocta en Nuevo Rocafuerte

#### ✍ **18 de diciembre**

- Viaje de Nuevo Rocafuerte- Francisco de Orellana (12 horas)
- Se pernocta en Francisco de Orellana

#### ✍ **19 de diciembre**

- Viaje de Francisco de Orellana a Cononaco ( 3 horas)
- Visita a los posibles sitios donde se podría instalar un pluviómetro.
- Debido a que es un campo petrolero existe gran cantidad de población flotante, pero finalmente se consigue que la Sra. Pastora Alcívar, sea la posible observadora, las coordenadas son: S 00° 59' 34.8'' y W 76° 56' 14,6''.
- Se pernocta en Francisco de Orellana

#### ✍ **20 de diciembre**

- Viaje de Francisco de Orellana a Nueva Loja
- Visita al observador en el puente, se hace el pago respectivo hasta el mes de diciembre de 2006, se entrega el material para seis meses.
- Aforo del río Aguarico en la gabarra (5) y un aforo sólido.
- Debido a una piedra en el río se rompió el soporte del ADCP, el equipo esta en buen estado pero se debe construir un nuevo soporte.
- Se pernocta en Nueva Loja

#### ✍ **21 de diciembre**

- Viaje de retorno de Nueva Loja- Quito.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Medición de caudales

La época de la comisión E71 está caracterizada por aguas bajas en la cuenca del río Napo.

La localización (orillas izquierda y derecha) de las secciones de medición fueron determinadas con geoposicionamiento por satélite (GPS)

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.

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 E71**

FECHA		13/12/2006				Prom	Std.Dev.	Std./  Avg.
CODIGO	[cm]	10081900						
COTA		3,63						
LATITUD		OI 00.342177 S		OD 00.343332 S				
LONGITUD	[cm]	OI 77.006685 W		OD 77.007107 W				
Regis n°		sebastian000r.	sebastian001r.	sebastian002r.	sebastian004r.			
<b>TOTAL Q</b>	<b>[m³/s]</b>	<b>473</b>	<b>466</b>	<b>482</b>	<b>495</b>	<b>479</b>	<b>12,274</b>	<b>0,03</b>
Superf.Tot.	[m²]	469	536	467	461	483	35.18	0.07
Ancho	[m]	150	173	147	146	154	12.52	0.08
Q/Superf.	[m/s]	1.009	0.87	1.032	1.073	0.996	0.088	0.09
Corriente vel.	[m/s]	0.98	0.91	0.98	1.06	0.98	0.065	0.07
Vel.Bote	[m/s]	0.74	1.11	0.79	0.76	0.85	0.175	0.21
Hora inicio		10:33	10:37	10:40	10:48			
Hora fin		10:37	10:40	10:44	10:51			

FECHA		13/12/2006				Prom	Std.Dev.	Std./  Avg.
CODIGO	[cm]	10080900						
COTA		4,85						
LATITUD		OI 00.472425S		OD 00.474248 S				
LONGITUD	[cm]	OI 76.90358 W		OD 76.9739 W				
Regis n°		orellana000r.000	orellana002r.000	orellana003r.000	orellana005r.000			
<b>TOTAL Q</b>	<b>[m³/s]</b>	<b>1707</b>	<b>1707</b>	<b>1839</b>	<b>1761</b>	<b>1753</b>	<b>62,398</b>	<b>0,04</b>
Superf. Tot.	[m²]	1696	1636	1587	1620	1635	46,01	0,03
Ancho	[m]	264	249	230	235	244	15,26	0,06
Q/Superf.	[m/s]	1,006	1,043	1,159	1,087	1,074	0,066	0,06
Corriente vel.	[m/s]	1,14	1,20	1,16	1,11	1,15	0,037	0,03
Vel. Bote	[m/s]	0,95	0,98	1,10	1,31	1,08	0,164	0,15
Hora inicio		12:44	12:52	12:57	13:05			
Hora fin		12:48	12:56	13:00	13:08			

FECHA		14/12/2006				Prom	Std.Dev.	Std./  Avg.
CODIGO	[cm]							
COTA								
LATITUD		OI 00.434547 S		OD 00.444805 S				
LONGITUD	[cm]	OI 76.082247 W		OD 76.088163 W				
Regis n°		panacocha002r.	panacocha003r.	panacocha004r.	panacocha006r.			
<b>TOTAL Q</b>	<b>[m³/s]</b>	<b>2289</b>	<b>2067</b>	<b>2131</b>	<b>2241</b>	<b>2182</b>	<b>101,32</b>	<b>0,05</b>
Superf. Tot.	[m²]	2968	2969	3020	3028	2996	32,39	0,01
Ancho	[m]	1318	1356	1419	1415	1377	49,06	0,04
Q/Superf.	[m/s]	0,771	0,696	0,706	0,74	0,728	0,034	0,05
Corriente vel.	[m/s]	0,85	0,87	0,85	0,87	0,86	0,013	0,02
Vel. Bote	[m/s]	1,24	1,66	1,21	1,03	1,28	0,264	0,21
Hora inicio		16:04	16:23	16:39	17:11			
Hora fin		16:22	16:36	16:59	17:40			

FECHA		16/12/2006				Prom	Std.Dev.	Std./  Avg.
CODIGO	[cm]	10082800						
COTA		2,68						
LATITUD		OI 00° 53,81957' S		OD 00° 54,3664' S				
LONGITUD	[cm]	OI 75° 25,4596' W		OD 75° 25,6857 W				
Regis n°		rocafuerte003r.	rocafuerte004r.	rocafuerte007r.				
<b>TOTAL Q</b>	<b>[m³/s]</b>	<b>2165</b>	<b>2005</b>	<b>2156</b>	<b>2109</b>	<b>89,56</b>	<b>0,04</b>	
Superf. Tot.	[m²]	2839	2703	2645	2729	99,44	0,04	
Ancho	[m]	1208	951	1169	1109	138,43	0,12	
Q/Superf.	[m/s]	0,763	0,742	0,815	0,773	0,038	0,05	
Corriente vel.	[m/s]	0,95	0,98	0,98	0,97	0,021	0,02	
Vel. Bote	[m/s]	1,81	0,99	1,27	1,36	0,417	0,31	
Hora inicio		13:08	13:22	14:07				
Hora fin		13:19	13:41	14:23				

FECHA		20/12/2006				Prom	Std.Dev.	Std./  Avg.
CODIGO	[cm]	10083300						
COTA		3,03						
LATITUD		OI 00.6066N		OD 0.05927 N				
LONGITUD	[cm]	OI 76.87254 W		OD 76.87287 W				
Regis n°		aguarico000r.	aguarico001r.	aguarico002r.	aguarico003r.	aguarico004r.		
<b>TOTAL Q</b>	<b>[m³/s]</b>	<b>412</b>	<b>408</b>	<b>419</b>	<b>425</b>	<b>414</b>	<b>6,687</b>	<b>0,02</b>
Superf. Tot.	[m²]	403	391	384	403	387	9,2	0,02
Ancho	[m]	177	171	168	174	170	3,77	0,02
Q/Superf.	[m/s]	1,022	1,045	1,093	1,055	1,071	0,027	0,02
Corriente vel.	[m/s]	1,83	1,77	1,81	1,83	1,82	0,035	0,02
Vel. Bote	[m/s]	1,05	1,11	1,09	1,09	1,02	0,037	0,03
Hora inicio		10:15	10:19	10:21	10:24	10:27		
Hora fin		10:18	10:21	10:24	10:27	10:30		



## 5.2. Muestreo de agua y de sedimentos

Durante la comisión E71, 6 puntos fueron muestreados (Tabla 3). Los parámetros físico-químicos del agua (temperatura, conductividad eléctrica) fueron medidos *in situ*.

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

Código INAMHI	H-721	HB -24	HB-25		HB-26	HB-23	
Código HYBAM	10080200	10081900	10080900		10082800	10083300	
RIO	Jatunyacu	Coca**	Napo**	Napo**	Napo**	Aguarico**	
ESTACION	DJ llocuín	San Sebastián	Fco. de Orellana	Pañacocha	Nvo. Rocafuerte	Nueva Loja	
FECHA	11/12/06	13/12/06	13/12/06	14/12/06	16/12/06	20/12/06	
HORA	14:45	10:30	12:40	15:30	11:30	10:15	
COORDENADAS MUESTRA	Latitud	-1.86720	-0.34301	-0.47304	-0.43966	-0.902	0.05988
	Longitud	-77.92093	-77.00611	-76.97938	-76.08503	75.42652	-76.87288
ALTITUD	(m)	570	285	262		189	265
COTA	(m)	0.51	3.63	4.85	4.46	2.68	3.03
CAUDAL	(m <sup>3</sup> /s)						
TEMPERATURA	°C	20.8	22.0	23.3	25.1	18.3	21.7
CE	(? S/cm)	92.7	84.5	42.6	52.8	52.6	78.1
pH		7.70	7.51	6.78	7.06	6.99	7.67
TURBI	(NTU)	19.0	193.0	167.0	182.0	133.0	129.0
*[C'MES]	(mg/l)	21.0	277.0	198.0	446.0	268.0	119.0
Nº ENSAMBLE		909	1058				
NOMBRE de ARCHIVO		Sebastian005r	Orellana006r	Pañacocha006r	Rocafuerte 007r	Aguarico 005r	
OBSEVACIONES							

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

Coordenadas Punto de muestreo:

en normal=

GPS sistema WGS 84 (sistema actual)

Altitudes:

en normal

=

altitud GPS

**en negrita itálica=altitud DGPS**

## 7. CONCLUSIONES

En esta comisión se cumplió con los objetivos de continuar con el monitoreo de las estaciones en la cuenca baja del Napo.

Realizar la inspecciones y para ubicar los posibles sitios y observadores para la instalación de nuevas estaciones hidrológicas y meteorológicas.

Además del muestreo para el programa ORE-HYBAM, en la estación de Francisco de Orellana.

**Léxico :**

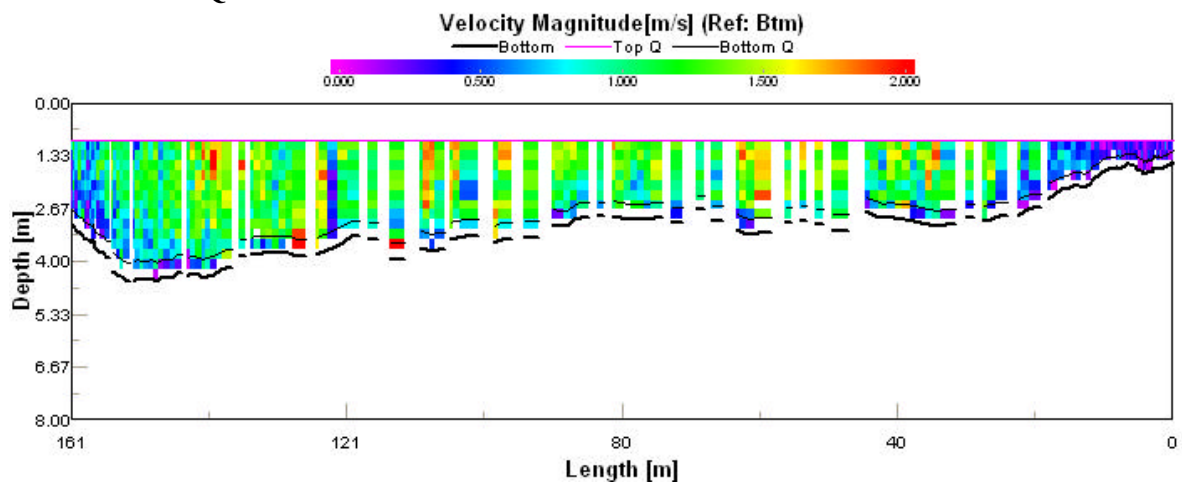
INAMHI : Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.  
 IRD : Instituto de Investigación para el Desarrollo.  
 UCE : Universidad Central del Ecuador  
 PUCE : Pontificia Universidad Católica del Ecuador

## Anexo 1

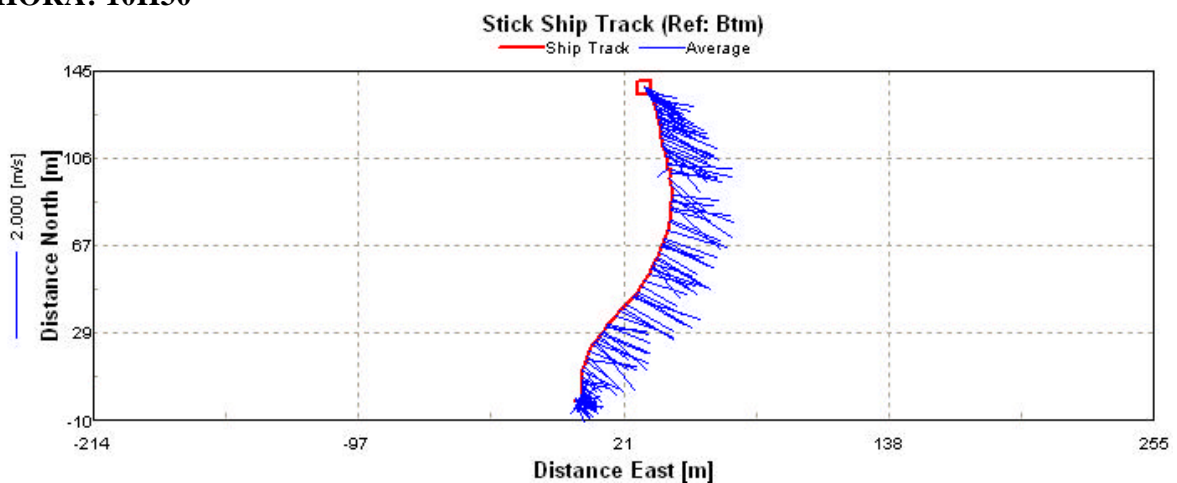
Gráficos de mediciones de caudales con ADCP (perfiles batimétricos - campo de repartición de las velocidades ).

COCA EN SAN SEBASTIAN 13/12/2006 Hora: 10H30

Cota: 3.63m Q= 479 m<sup>3</sup>/s Area= 483 m<sup>2</sup> Ancho= 154m Velocidad= 0.98 m/s

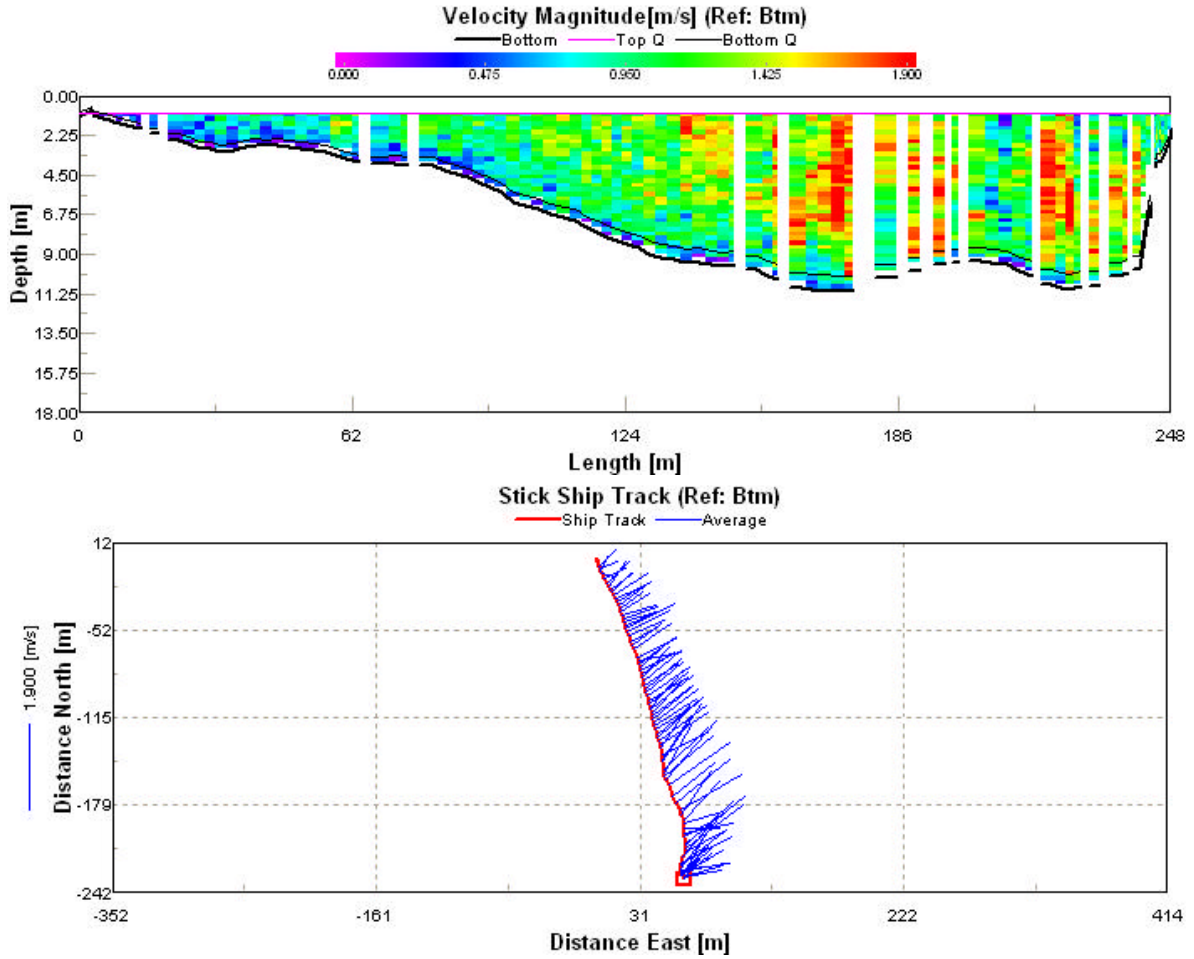


HORA: 10H30



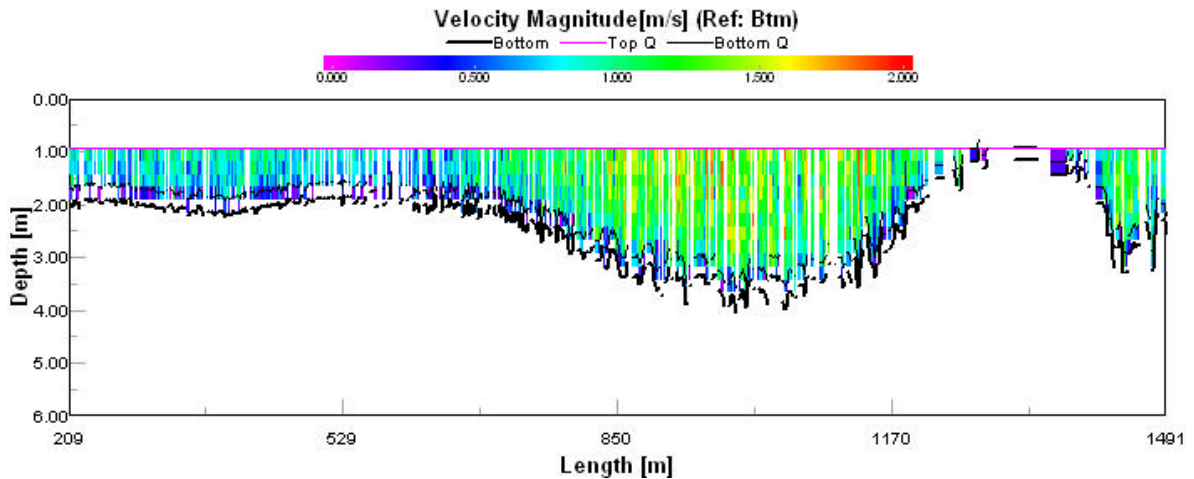
NAPO EN FCO. DE ORELLANA 13/12/2006 HORA: 12H40

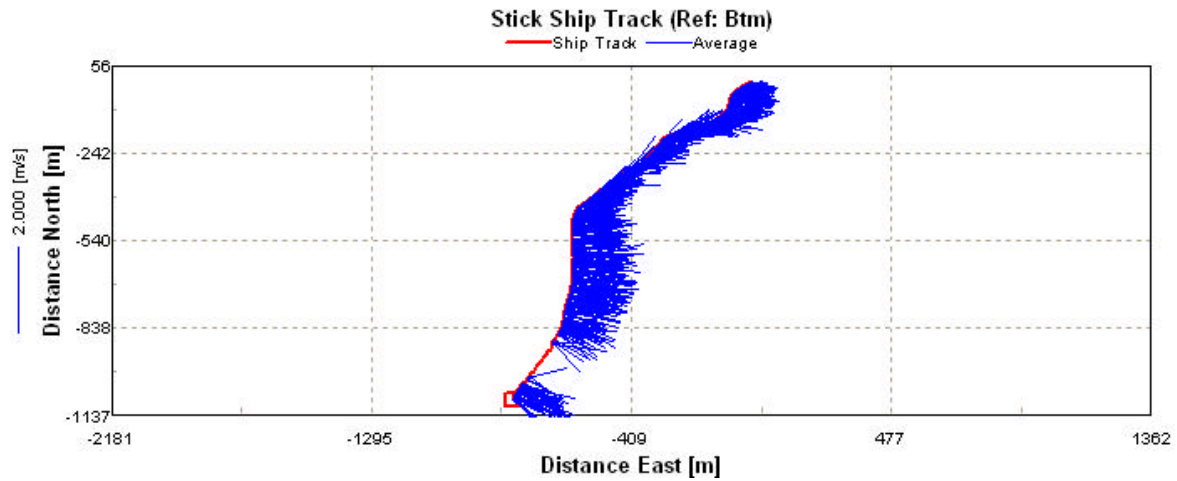
Cota: 4.85m Q= 1753 m<sup>3</sup>/s Area= 1635 m<sup>2</sup> Ancho= 244m Velocidad= 1.15 m/s



NAPO EN PAÑACOCHA 14/12/2006 HORA: 15H30

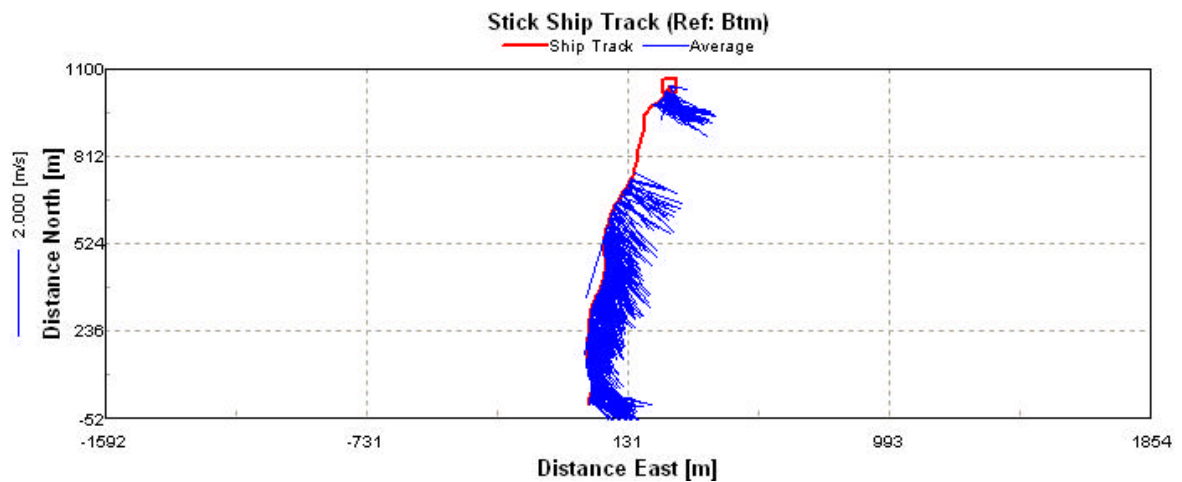
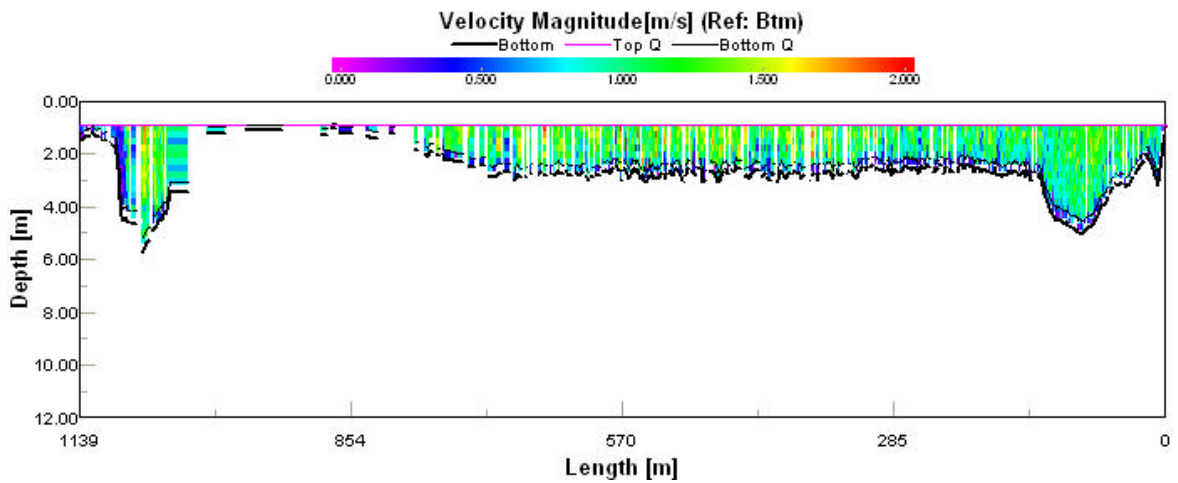
Cota: 2.65m Q= 2182 m<sup>3</sup>/s Area= 3226 m<sup>2</sup> Ancho= 1327m Velocidad= 0.89 m/s



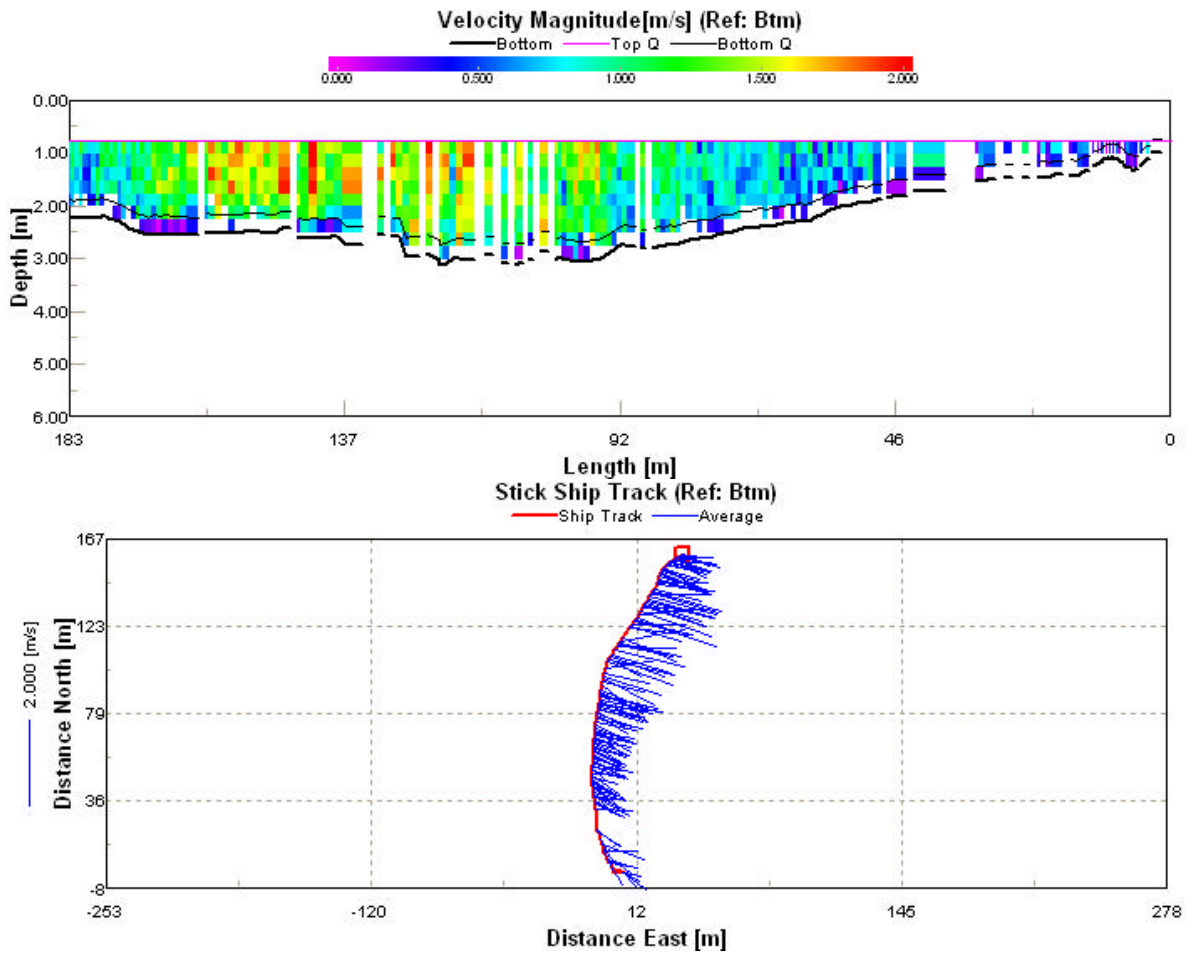


**NAPO EN NUEVO ROCAFUERTE      16/12/2006      HORA: 11H30**

**Cota: 2.68m      Q= 2109 m<sup>3</sup>/s      Area= 2729 m<sup>2</sup>      Ancho= 1109m      Velocidad= 0.97 m/s**



Cota: 3.03m Q= 416 m<sup>3</sup>/s Area= 393 m<sup>2</sup> Ancho= 172m Velocidad= 1.82 m/s



Atentamente,

Ing. Rodrigo Pombosa L.  
PROYECTO HYBAM