



Hidrogeodinámica de la Cuenca  
Amazónica  
Hydrogéodynamique du Bassin  
Amazonien  
IRD - INAMHI

**21<sup>ava</sup> Comisión de aforos,  
muestreo de agua y sedimentos  
Cuencas del Río Esmeraldas**

Quito ⇨ Sto Domingo ⇨ Quinindé ⇨ Quito

**código E21 - Abril de 2002**



Foto 1. Estación de Esmeraldas D.J.Sade

*Philippe Magat, Elisa Armijos, Mariana Estrella*

*Nelson Salazar*  
Director Ejecutivo del INAMHI

*Milton Silva*  
Director de Hidrología del INAMHI

*Rodrigo Pombosa*  
Coordinador INAMHI del proyecto HYBAM/Ecuador

*Francis Kahn*  
Representante del IRD en Ecuador

*Jean Loup Guyot*  
Responsable del proyecto HYBAM, UR 069 - Toulouse

*Alain Laraque*  
Coordinador IRD del proyecto HYBAM/Ecuador

---

**Edición del informe**

Philippe Magat  
Elisa Armijos

IRD - Quito  
EPN - Quito

---

Publicación HYBAM  
Quito  
Abril de 2002

## SUMARIO

### 1. OBJETIVOS DE LA COMISIÓN

### 2. PARTICIPANTES

### 3. ACTIVIDADES DE CAMPO

3.1 Medición de caudales

3.2 Muestras de agua

3.3. Mediciones “ in situ”

3.4. Filtraciones de las muestras

### 4. DESARROLLO DE LA COMISIÓN

### 5. RESULTADOS

5.1. Mediciones de caudales

5.2. Muestreo de agua y de sedimentos

### 6. FINANCIAMIENTO DE LA COMISIÓN

### 7. CONCLUSIONES

### LÉXICO

### ANEXOS

\*\*\*\*\*

#### Lista de figuras :

Figura 1 : Localización de las estaciones estudiadas de la cuenca del río Esmeraldas

Figura 2 : Puntos de muestreo en la Cuenca del Río Esmeraldas en el Ecuador

#### Lista de tablas :

Tabla 1: Resultados de las mediciones de caudales

Tabla 2 : Características de los puntos de muestreo (Mediciones físico-químicas in situ)

#### Lista de anexos :

Anexo 1 : Localización de las estaciones de medición de caudales y de los puntos de muestreo con sus limnigramas y curva de gasto

Anexo 2 : Gráficos de mediciones de caudal con ADCP ( perfiles batimétricos y campo de repartición de las velocidades e intensidades en las secciones estudiadas).

Anexo 3: Flujograma de muestreo y tratamiento de muestras.

## 1. OBJETIVOS DE LA COMISIÓN

En la comisión E21, el principal objetivo fue el monitoreo de 2 estaciones de referencia de la cuenca del Esmeraldas y realizar un aforo en la estación Esmeraldas D.J Sade con un ADCP modelo 1200 Khz (Figura 1).

## 2. PARTICIPANTES :

↳ UCE	- (Quito)	Elisa Armijos
↳ INAMHI	- (Quito)	Mariana Estrella
↳ IRD	- (Quito)	Philippe Magat

## 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 Muestras de agua

Las muestras para análisis específicos de agua fueron tomadas desde una lancha localizada al frente de la corriente. Para el estudio de la materia en suspensión y de la materia disuelta, se realizó cada vez tres muestreos previos con el agua del mismo río para acondicionar los frascos antes de tomar la muestra definitiva.

### 3.3. Mediciones “in situ”

La temperatura, la conductividad, el pH, la turbiedad y el oxígeno disuelto 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 (  $A_p = \pm 0.01 \text{ NTU}$  )
4. Oxímetro YSI 95 (  $A_p = \pm 0.01 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$  )

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

5. GPS GARMIN 12 XLS (  $A_p = \pm 3\text{-}10 \text{ m}$  )

### 3.4. Filtraciones 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  $0.45\mu\text{m}$  de porosidad. El líquido filtrado está destinado al análisis de los elementos disueltos mayores (An.3).

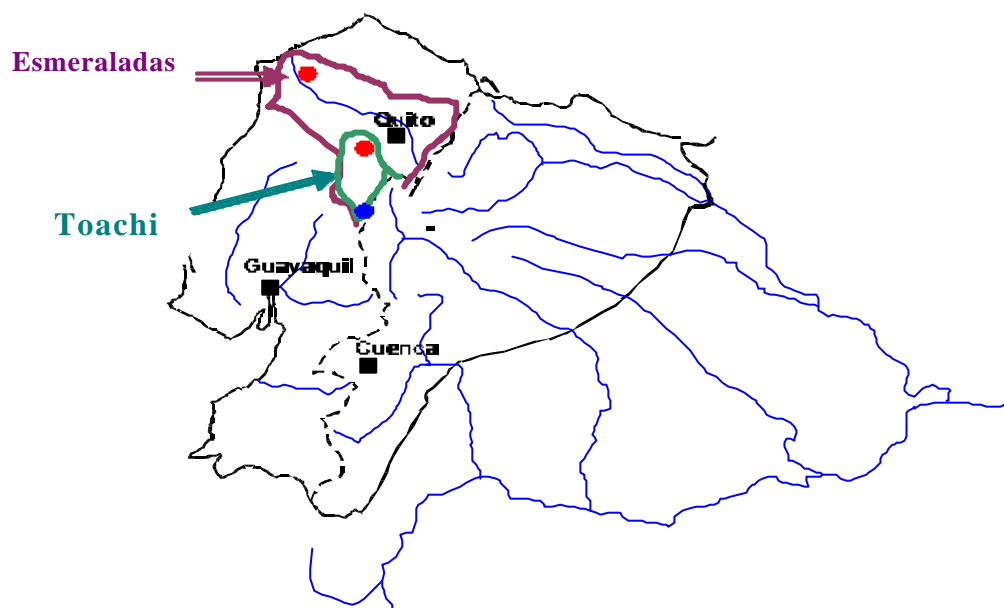
#### 4. DESARROLLO DE LA COMISIÓN

##### 📅 21 de Abril :

- viaje Quito – Sto Domingo de los Colorados, por tierra para Mariana, Elisa y Philippe. Monitoreo de la estación de referencia MES/HYBAM del Toachi en Sto Domingo y llegada a Quinindé.

##### 📅 22 de Abril:

- Viaje de canoa hasta la estación de referencia Esmeraldas D.J Sade. Muestreo de agua, aforo con el ADCP 1200 khz y monitoreo de la misma estación.
- Regreso de carro de Quinindé hasta Quito.



**Figura 1 : Localización de las estaciones estudiadas de la cuenca del río Esmeraldas**  
[ver tabla I para el código de las estaciones]

**Tabla 1 : Resultados de las mediciones de caudales**

Cód.	río	estación	Codigo	fecha	hora	Cota	Ancho	Caudal	Num.	dQ	archivo	Arc. configuracion
muestra			INAMHI			m	m	(m <sup>3</sup> /s)	Medi.	%	ADCP	ADCP (*.wrc)
E21.02	Esmeralda	DJSade	H-168	22/04/04	09h30	5,97	212	2195	3	15	E21 007r	P 15

**Tabla 2 : Características de los puntos de muestreo**

(Mediciones físico-químicas in situ)

Cód.	río	estación	Fecha	hora	Caudal	Lat.	Long.	Alt.	cota	T	CE	Turb.	pH	O <sub>2</sub>	MES*
Muest.					(m <sup>3</sup> /s)		W	m	m	°C	uS/cm	NTU		mg/l	mg/l
E21.01	Toachi	Sto Domingo	23/04/02	10h30	-	S00°14'21.3"	79°08'13.0"	535	1.00	20.0	92.8	129	6.97	8.58	190.5
E21.02	Esmeralda	DJ. Sade	24/04/02	09h00	2195	N00°32'05.8"	79°25'18.9"	110	5.77	26.3	62.7	141	6.44	12.2	246.3

(\*) = las MES provienen de la superficie en los puntos de muestreo, determinados en el laboratorio

**Coordenadas :** Sistema Prov.S.Am'56 del GPS

**Altitudes :** Altitud INAMHI

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Medición de caudales

La época de la comisión E21, (Abril) está caracterizada por aguas altas en la cuenca del Esmeraldas (Figura 2).

La localización (orillas izquierda y derecha) de las secciones de mediciones fueron determinadas con geoposicionamiento por satélite (GPS) y ploteadas en los mapas planimétricos del IGM en la escala 1/500 000 (Anexo 1).

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

La metodología adoptada consiste en calcular la media aritmética de 6 aforos (es decir durante dos recorridos de ida y vuelta entre las orillas) en la misma sección. La medición es considerada como "buena" (desvío dQ < 5%) cuando la velocidad media obtenida en la sección es >0.4 m.s<sup>-1</sup> y cuando el porcentaje de caudal realmente medido con el ADCP es > 50% del caudal total (incluyendo el calculado).

Durante esta comisión, se presentó un desvío de dQ = 15 % en las mediciones de caudales. Estas medidas parecen de mediocre calidad; la medida del caudal ha sido difícil por causa de una crecida acompañada de una carga sólida elevada (246,3 mg/l) de velocidades muy altas: (± 4 m/s).

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 2 se presenta 3 gráficos que corresponden respectivamente a:

1. la trayectoria del barco (línea roja) y trazado de las velocidades superficiales,
2. el perfil de las velocidades en la sección,
3. la repartición de las intensidades en la sección estudiada

Para los graficos 2 y 3, las orillas izquierda y derecha del río se encuentran representadas, respectivamente a la izquierda y derecha del gráfico.

Los resultados de las comisiones del proyecto HYBAM permiten completar las curvas de gasto de las estaciones de la red del INAMHI.

### **5.1.1. Río Esmeralda en D.J.Sade : 22 de abril; Cota = 5.97; Q = 2171 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>**

Excelente sección de medición.

*Cuidado:* En esta estacion, se necesita multiplicar por la constante “0,60” las cotas provenientes de las reglas inclinadas.

### **5.2. Muestreo de agua y de sedimentos**

Durante la comisión ‘E21’, dos puntos fueron muestreados (Tabla 2).

Los parámetros físico-químicos del agua (temperatura, conductividad, pH, turbiedad, oxígeno disuelto) fueron medidos *in situ*, en la canoa. La determinación de la alcalinidad (concentración en HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) fue realizada en el laboratorio, con el método potenciométrico. Todas las muestras fueron filtradas, con filtros en acetato de celulose de 0,45 μm de porosidade, para determinar las concentraciones de materia en suspensión (MES) en el laboratorio del INAMHI de Quito, después de la comisión (ver anexo 3).

## **6. FINANCIAMIENTO DE LA COMISIÓN**

La campaña E21 fue financiada por el IRD (Programa HYBAM), con el apoyo del material, (vehículos, aparatos) del IRD y del INAMHI.

\*\*\*\*\*

### **Léxico :**

UCE : Escuela Politecnica Nacional  
 IRD : Instituto de Investigación para el Desarrollo  
 INAMHI : Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

\*\*\*\*\*

# **Anexo 1**

**Localización de las estaciones de  
medición de caudales  
y de los puntos de muestreo**



# Muestreo de agua y sedimentos

## E21.01. Río Toachi en Santo Domingo: 21/04/02 : 10h30

Punto de muestreo Lat. : S 00°14'21.3'' Long. : W 079°08'13.0''

(con el Sistema Prov.S. Am'56 del GPS)

### Esquema de Ubicación:



# Medición de caudales Muestreo de agua y sedimentos

## E21.02. Río Esmeraldas en D.J.Sade : 22/04/02 : 09h30

Orilla izquierda      Lat. : N 00°32'05.4"    Long. : W 79°25'18.2"  
Orilla derecha      Lat. : N 00°32'10.3"    Long. : W 79°25'19.8"  
Punto de muestreo      Lat. : N 00°32'05.8"    Long. : W 79°25'18.9"

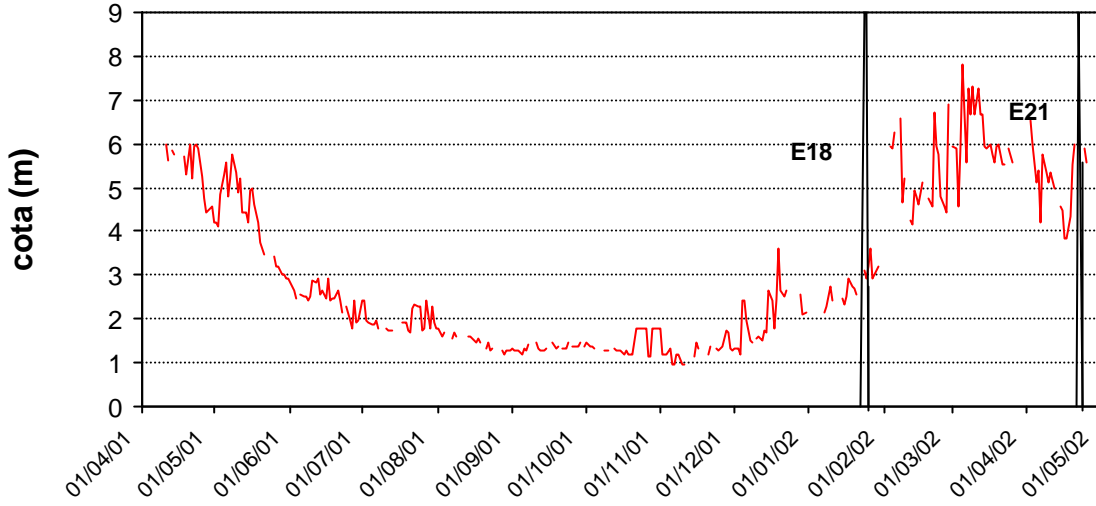
(con el Sistema Prov.S. Am'56 del GPS)

Localización



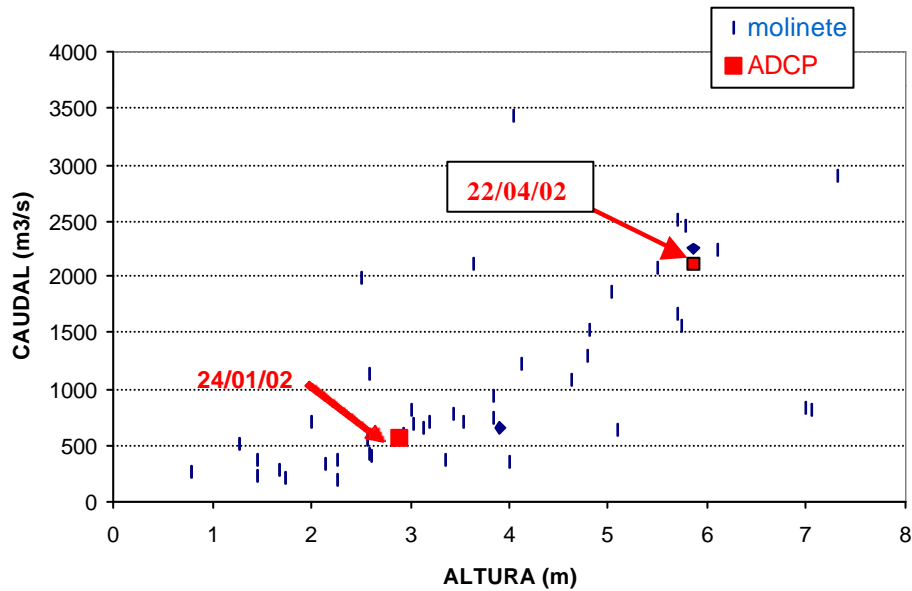
**Linnigrama:**

**linnigrama Esmeraldas D.J.Sade  
(Abril 2001 - 2002)**



**Curva de Gasto:**

**CURVA DE GASTO :  
R. ESMERALDAS D.J. SADE**

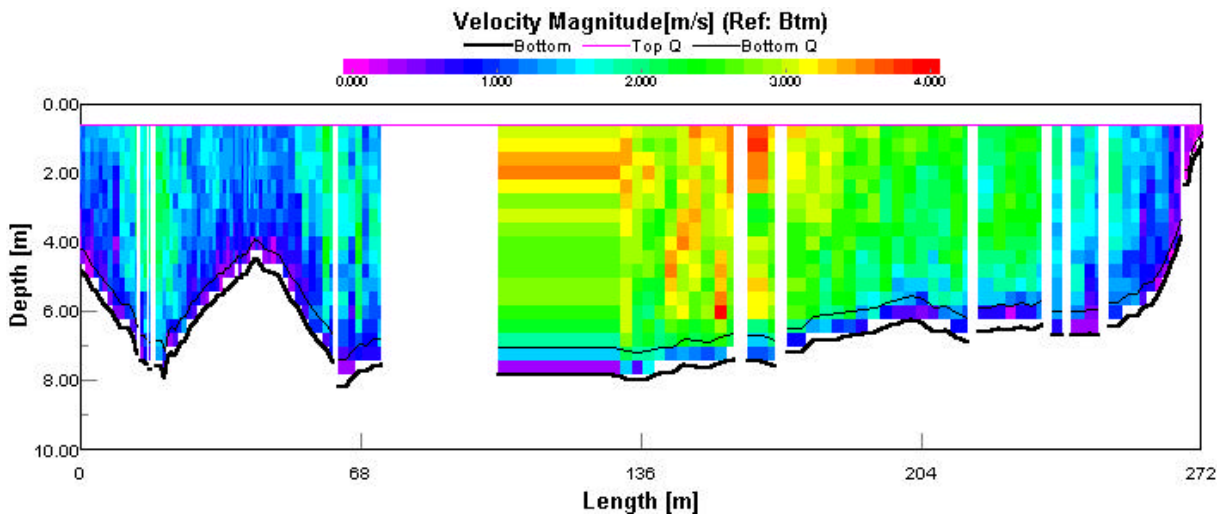
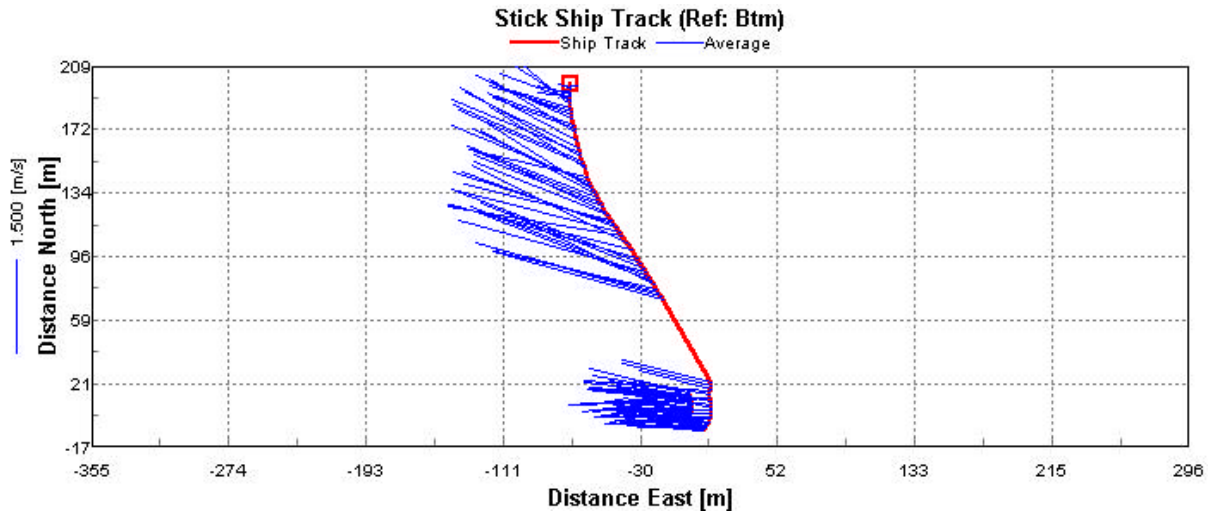


## **Anexo 2**

**Gráficos de mediciones  
de caudales con ADCP**  
(perfiles batimétricos - campo de  
repartición de las velocidades  
en las secciones estudiadas)

### E21.04 – Rio Esmeralda en D.J. Sade

[22/04/02 – 09h30 – N = 5.97 m; Q = 2111 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> – E21007r]



# **Anexo 3**

**Flujograma de muestreo  
y tratamiento de muestras**