

**XXII CONGRESO LATINOAMERICANO DE HIDRÁULICA
CIUDAD GUAYANA, VENEZUELA, OCTUBRE 2006**

**EL CANAL DE CASIQUIARE: UNA SINGULARIDAD HIDROLÓGICA
ÚNICA EN EL MUNDO**

Autores Alain Laraque ⁽¹⁾, Paul Georgescu ⁽²⁾ & ⁽³⁾ David Pérez Hernández

⁽¹⁾ IRD - BP 8006 - 97259 Fort-de-France, France;
teléf: (0033) 05.96.59.17.18 ; Fax: 05.96.50.32.61; email : alain.laraque@ird-mq.fr;

⁽²⁾ USB, Caracas, Venezuela – email : paul_georgescu@hotmail.com

⁽³⁾ IMF-UCV - Apartado Postal 47.725 - Caracas, 1041-A – Venezuela, Teléf : 58 212 605, Fax : 58 212 605 3040, email : dph@imf.ing.ucv.ve

RESUMÉN:

La Universidad “Simón Bolívar” y la Fundación ORIAMPLA – en estrecha colaboración con la “Universidad de Brazilia” y otras instituciones -, organizaron la Expedición *Humboldt 2000*, en la región del Canal de Casiquiare.

Como un «Río entre dos Ríos », el Canal de Casiquiare es una «Difluencia» natural, una «Ramificación» o un «Brazo» -como su otra denominación en español- del Río Alto Orinoco, una singularidad hidrológica única que conecta las gigantescas cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas.

Este artículo presenta los resultados e interpretaciones más importantes obtenidos por los autores en base a las mediciones realizadas durante esta Expedición (Septiembre del 2000), incluyendo distribución de los flujos, transporte de sedimentos, pH y otros parámetros físico-químicos de las aguas y morfodinámicos.

ABSTRACT:

The “Simón Bolívar” University and ORIAMPLA Foundation, -in cooperation with Brazilian University and others Institutions-, organized the *Humboldt 2000* expedition in the Casiquiare region.

As “a river between two rivers”, the Casiquiare channel is a natural “Dfluence”, a “Ramificación” or “Brazo”, -the others names given in Spanish- in the upper Orinoco river. It is an specific hydrological singularity, that connect the largest basins of the Orinoco and the Amazon river.

The article presents the results and most important interpretations obtained by the authors, in connection to measurements carried on during the expedition (September, 2000), concerning the flow distributions, sediments transport, pH, and others physical - chemistry water parameters and morphodinamics.

PALABRAS CLAVES:

Casiquiare – Alto Orinoco – Río Guainia – Río Negro – Balance hidrosedimentario

INTRODUCCIÓN

El Canal de Casiquiare (CC) constituye una rareza geográfica y representa una genuina anomalía hidrológica. Es considerado (Stern, 1954) y (Vareschi, 1963) como una captura de erosión regresiva, una de las más grandes en el mundo, producida por el Río Pamoni, su afluente más septentrional.

El CC es un río poco intervenido y prácticamente no presenta poblaciones ribereñas, por esta razón los estudios existentes son escasos. Sin embargo, con el uso de instrumentos modernos, se ha simplificado el trabajo y se ha logrado obtener resultados más precisos.

La Figura 1 presenta el mapa el curso del CC (Georgescu, 1984), desde el punto de separación del Alto Orinoco (AO) hasta su confluencia con el Río Guainia (RG), donde comienza el Río Negro (RN), uno de los principales afluentes del Río Amazonas.

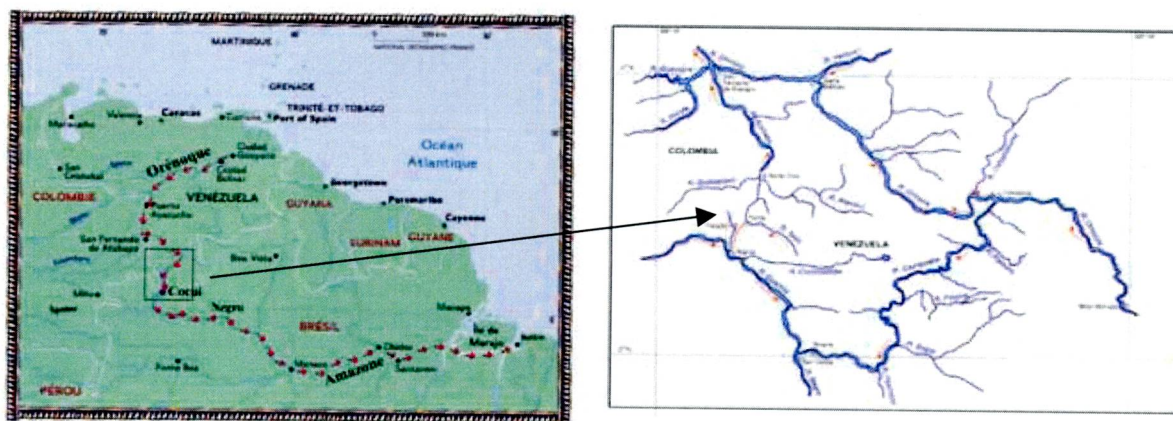


Figura 1.— Localización Geográfica general con indicación de la Hidrografía del Sistema Fluvial Orinoco Casiquiare-Rio Negro. Venezuela.

Las primeras referencias acerca de este fenómeno hidrológico son generalmente atribuidas a Acuña en el año 1641 (Sternberg, 1975 y Georgescu 1975). Mientras los conquistadores oían ecos acerca de la existencia del CC, el cartógrafo Sansón presentó esta interconexión de dos ríos en sus mapas desde 1707. Algunos documentos de 1726, también refieren viajes de comerciantes portugueses a través de este brazo de río; y después de 1744, ya existían muchas referencias de que algunos misioneros habían viajado a través de el (Goodland, et al 1976).

La primera descripción del CC fue realizada (La Condamine 1745), pero luego en 1772 esta unión fue referida oficialmente bajo el nombre de Casiquiare. No obstante, el 10 de mayo de 1800, la expedición de Alexander Von Humboldt llegó a la Desembocadura del Casiquiare, en su viaje a través de los ríos Apure y Orinoco, remontando por el Río Atabapo y del Río Guainia; de ese modo, la *Expedición Humboldt de 1800*, exploró el CC y así, su existencia fue aceptada por la ciencia y Geógrafos Europeos (Humboldt, 1960).

En 1943, durante la Segunda Guerra Mundial, el Cuerpo de Ingenieros del Ejército Norteamericano, realizó los primeros estudios hidrológicos en el CC con miras a desarrollar una ruta segura para el transporte del caucho amazónico desde Brasil, materia prima que los Aliados necesitaban (U.S. Army Corp of Eng, 1943).

VISIÓN GENERAL

La descripción del CC y su ubicación geográfica se mencionan en varios artículos acerca de la hidrología de las cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas (Vareschi 1963,

Nordín et al 1986)). Sin embargo, los datos científicos acerca del CC no son numerosos y además irregulares, tanto en contenido como en el tiempo (Gessner, 1960, Edwards et al, 1968, Edmond et al 1995). Debido a las dificultades de observación son relativamente pocas las mediciones físicas, incluso en la actualidad no se cuenta con estudios hidrosedimentarios para un ciclo hidrológico completo.

Las figuras 2 y 3 (vistas aéreas) tomadas desde el helicóptero, muestran las diferencias morfológicas entre la difluencia del AO (correspondiente al inicio del CC) y la confluencia del mismo con RG (que forma el RN). De hecho, el CC es cualitativamente y cuantitativamente un «Río-Canal Camaleón» pues a su salida, presenta características físicas y químicas muy diferentes a aquellas que presenta en su entrada.



Figura 2.- Vista aérea de la difluencia del Casiquiare en las cercanías del poblado Tama Tama.



Figura 3.- Vista aérea de la confluencia del Brazo Casiquiare – Río Guanía – Río Negro

La separación del CC es una desviación producida normalmente en el eje del AO, aguas abajo del poblado de Tama Tama. A partir de este punto, el CC fluye hacia el sudoeste para encontrarse con el RG, aguas arriba del San Carlos del Río Negro.

Bordeado por bosques de galería, el CC tiene 356.4 km de largo, y su ancho varía entre 45 m y 610 m, con un mínimo de profundidad en el rango de 1 pie (30 cm) en la zona río arriba y 4 pies (1.20 m) hacia su desembocadura. En el margen izquierda, el CC recibe sus principales afluentes: el Pamoni, el Paciba, el Siapa y el Pasimoni, todos provenientes de distintas montañas con picos con elevaciones entre 2,000 y 3,000 m y con elevadas precipitaciones (alrededor 4,000 mm por año); el CC tiene algunos tramos difíciles de navegar, presentando en sus dos extremos una diferencia de nivel de 21 m y una pendiente media de aproximadamente 6 cm km^{-1} .

INSTRUMENTOS Y METODOLOGÍA

El 9 y 10 de septiembre del 2000-, realizamos mediciones de perfiles batimétricos físico-químicos y de descarga, a lo largo de seis secciones: dos de ellas se encontraban en el AO, aguas arriba y abajo de la difluencia del CC; la segunda y tercera secciones transversales se encontraban al inicio y en la desembocadura del CC respectivamente, la quinta estaba en el RG y la última al inicio del RN.

Nuestras mediciones se llevaron a cabo utilizando una pequeña canoa de La Guardia Nacional de Venezuela, con una Eco-sonda (Eagle Strata 128) acoplada a un GPS (GARMIN, model Etrex, Ap = $\pm 1 \text{ m}$), un turbidímetro (AQUALITYC; Ap = $\pm 0.01 \text{ NTU}$), un termómetro, un medidor portátil de pH (WTW PH 320; ± 0.01) y un conductímetro (WTW LF 318; Ap = $\pm 0.1 \text{ uS/cm}$).

Para la determinación de los flujos, se estableció primero el perfil batimétrico con la eco-sonda y el -GPS- que fueron desplazados de una orilla a la otra en las secciones mencionadas. Luego se utilizó el bote como un cuerpo flotante transversal, sobre tres líneas de corriente uniforme a 25, 50, 75% a lo ancho de las secciones consideradas. El instrumento GPS permitía obtener la velocidad sobre la superficie de agua ($V_{\text{superficial}}$) y, para obtener la velocidad media del agua en cada sección, utilizamos el coeficiente $K = 0.80-0.95$, valor generalmente aceptado para este tipo de ríos y canales.

Las mediciones físico-químicas se realizaron en tres puntos ubicados en una vertical (superficie, media, y fondo), y en las mismas condiciones se realizó el muestreo para las MES. Unas muestras de agua con partículas sólidas de $0.2 \mu\text{m}$ se secaron y se midieron con una precisión de 0.1 mg (Sartorius balanza) para las MES; en el laboratorio, se calentó en vapor una muestra de 100 ml de filtrados y secada a una temperatura 105°C para obtener el residuo seco, el cual corresponde al Total de Sólidos Disueltos (TSD) y el total de Materias Orgánicas Disueltas (MOD).

MORFOLOGÍA Y BALANCES EN EL PUNTO DE SEPARACIÓN

El AO llega a Tama-Tama procedente del sudeste, alimentado por las aguas de formaciones proterozoicas no diferenciadas de la zona norte del Escudo de Guayana (Sierra Parima), donde se origina (Edmond, et al 1995). Antes y después de perder las aguas del CC, el AO muestra un ancho de 380 m y 270 m respectivamente, sin embargo el ancho del CC en este punto es sólo de 88 m , con una profundidad de 7.30 m , mayor que la del AO, que es solo de 5.20 m . En total, la sección inicial del CC es sólo 28.5% de la del AO antes de la difluencia. En lo que concierne a las velocidades de las aguas superficiales, el mismo incremento de 1.28 ms^{-1} en el AO, antes de la difluencia, a 1.39 ms^{-1} a la entrada del CC. Todo esto indica que, desde la ramificación, se produce un incremento de pendiente y el flujo tiene más velocidad en el CC. Por esta razón y debido al hecho que está establecida en rocas cristalinas, el CC presenta muy pocos meandros.

A la entrada al CC, el balance hidrológico se aproxima en un 90% , lo que significa que la suma del flujo aguas abajo de la difluencia del AO ($1,343 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) con el flujo en la entrada del CC ($720 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) da un valor de $2,063 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, en vez de $2,324 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, es decir con la propia medición del flujo del AO antes de la separación. Pensamos que esta diferencia se debe al efecto de corrientes secundarias helicoidales producidas bajo el agua en el CC por la ramificación misma. Es factible que bajo el agua las velocidades sean superiores a las medidas porque hubieron datos previamente publicados por el Ministerio de Obras Públicas que confirman nuestros valores (MOP, 1972).

De acuerdo a nuestras mediciones, el CC está desviando aproximadamente un 30% del coeficiente del AO. Otros autores han concluido, de acuerdo a los cálculos obtenidos en el periodo de 1970-75, que el CC está desviando un 25% del coeficiente del flujo del AO; esta misma proporción es indicada por (Nordin y Meade, 1986), pero (Ron *et al.*, sin fecha) presentan de un 22 a 25% .

Con respecto a los datos físico-químicos, nuestras mediciones indican respectivamente que el pH, la conductividad eléctrica y la turbidez de las aguas del AO, se sitúan en rangos de 5.80 , $14 \mu\text{Scm}^{-1}$ a 25°C y 25 NTU para las concentraciones de MES de 35 mg l^{-1} . Se debe tomar en consideración que un valor más alto de MES a la entrada del CC (44 mg l^{-1}) —debido probablemente al incremento de las velocidades—, podría corresponder a la resuspensión del material sedimentario. Exceptuando esta diferencia, los valores de los otros parámetros muestran similitud.

El balance del flujo sedimentario se corresponde en un 94% , dado que la suma del flujo sedimentario en aguas abajo de la desviación del AO y del que corresponde al CC es de

75 kgs⁻¹, comparable a los 80 kgs⁻¹ que lleva el AO, aguas arriba en la ramificación del CC (Tabla 1).

MORFOLOGÍA Y BALANCES EN LA CONFLUENCIA DEL CC

En su confluencia con el RG, el ancho, la profundidad, las velocidades y el coeficiente de agua del flujo del CC están representados respectivamente por los siguientes valores: 320 m, 14.10 m, 1.39 ms⁻¹ y 5,439 m³s⁻¹; al mismo RG, le corresponden respectivamente los siguientes valores 380 m, 11.3 m, 0.83 ms⁻¹ y 2,573 m³s⁻¹; y analógicamente, para el RN – inmediatamente aguas abajo de su confluencia-, tenemos 600 m, 14.30 m, 1.19 ms⁻¹ y 8,034 m³s⁻¹.

En su confluencia, el CC y el RG presentan secciones de forma similar y el flujo del CC es dos veces más que el del RG, hecho que esencialmente se debe a la velocidad del agua del canal que es 1.67 veces mayor que la del RG.

En esta extremidad, el balance hidrológico se aproxima al 100 %, ya que la suma del flujo a la salida del CC y del RG es 8,011 m³s⁻¹, contra 8,034 m³s⁻¹, para el recién formado RN. Debe mencionarse que las medidas del flujo realizadas en Septiembre de 1970 por el Ministerio de Obras Públicas de Venezuela, indican que a la salida del CC se obtuvo el valor de 5,440 m³s⁻¹ (!) contra 3,336 m³s⁻¹ para el RG.

En lo que respecta a la medición de las propiedades físicas y químicas, el pH, las conductividades eléctricas, la turbidez y las concentraciones de las materias en suspensión, fueron de: 3.73, 14 µScm⁻¹, 0.4 NTU y 0.2 mg l⁻¹ para el RG; 4.2, 7 µScm⁻¹, 7.6 NTU y 9 mg l⁻¹ para el CC; y finalmente, 3.9, 9 µScm⁻¹, 1.5 NTU y 5.6 mg l⁻¹ para el RN. Los valores mencionados se aproximan a aquellos obtenidos por Vegas Vilarrúbia *et al* (18), y también se aproximan a aquellos obtenidos por Laraque (no publicados) en los mismos puntos de confluencia; por lo tanto, el pH y la conductividad eléctrica para el RG fueron de 4.4 y 17 µScm⁻¹; para la desembocadura (boca) del CC fueron de: 4.98 y 9.1 µScm⁻¹; y, para el RN fueron de 4.52 y 11.1 µScm⁻¹.

El balance del flujo de sedimentos en la confluencia da una correspondencia de aproximadamente 91 %, es decir 49.5 kgs⁻¹ para la suma del flujo de salida del CC y la del RG, en vez de los 45 kgs⁻¹ medidos para el RN en San Carlos de Río Negro, cerca de la confluencia (Tabla 1).

BALANCES GLOBALES DEL COMPLEJO HIDRÁULICO DEL CC

La sección final del CC es 7.5 veces mas ancha que en su origen, mientras que la velocidad sigue siendo la misma: 1.39 ms⁻¹; esta velocidad es mayor que las del AO (aguas arriba de la difluencia : 1.28 ms⁻¹ y aguas abajo : 1.11 ms⁻¹), o que las del RG (0.83 ms⁻¹) y en el RN (1.19 ms⁻¹). Este hecho se explica por la pendiente del CC y también por el empuje hidrológico producido por la gran cantidad de afluentes que vienen del margen izquierdo del CC; A la época de nuestras mediciones, el balance hidrológico aguas arriba-aguas abajo, nos permite estimar una contribución por los tributarios por la margen izquierda del orden de 4,720 m³s⁻¹, representando 6.6 veces del flujo hídrico en la entrada del CC (Figura 4). En contrapartida, el flujo sedimentario de salida es sólo 1.5 veces mayor que el de entrada, dado que la concentración de MES se reduce 4.9 veces y el flujo de agua se incrementa en 7.5 veces. También podemos mencionar que se requiere alrededor de 3 días para que la corriente transite la longitud del CC.

Los valores iniciales de turbidez, las conductividades y el pH, pasan respectivamente de 24 a 7.6 NTU, de 14 a 7 µScm⁻¹ y de 5.87 a 4.2. La variabilidad longitudinal del pH ya había sido señalada por (Edwards et al, 1968) y más recientemente por (Paolini, 1991).

De este modo, las «aguas blancas» desde la entrada del CC —cargadas con los sedimentos del Alto Orinoco—, al momento de descender se vuelven más ácidas, menos turbias y mas pobres en sólidos disueltos debido a la dilución por los flujos laterales que provienen de los bosques y de las llanuras de inundación situadas en la margen izquierda del CC. En este ecosistema forestal y de sabana, la erosión se reduce y la escorrentía es muy lenta, de modo que las aguas son enriquecidas en materia orgánica disuelta. Esto produce un cambio en las facies de las aguas iniciales del Brazo Casiquiare, dándole a las aguas finales el aspecto y las características físico-químicas de un río negro; (Figura 5). El mismo balance aguas arriba-aguas abajo nos permite estimar una conductividad promedio de $7,1 \mu\text{S}/\text{cm}$ por los tributarios de orilla izquierda.

CONCLUSIONES

El Canal de Casiquiare es una separación franca de río Orinoco que fluye todo el año desde la Cuenca Alta del Río Orinoco a la Cuenca del Río Amazonas, produciéndose desbordes del AO por la margen izquierda 350-400 m aguas arriba de la actual difluencia (Pérez Hernández, 2002) durante las avenidas extraordinarias. Desde la entrada hasta la desembocadura de este Brazo, las características morfológicas, hidrológicas y bio-químicas de sus aguas, son muy cambiantes: las pruebas más evidentes son el incremento de sus dimensiones, la variación de los flujos y el color de las aguas. Estos cambios se deben a los diferentes aportes de sus tributarios mayores que contribuyen por la margen izquierda en caudales sólidos, líquidos y tipo de material sedimentario, como son los ríos Pamoni, Siapa, Pasimoni y Paciba.

Durante las mediciones realizadas en el período de crecida, se determinaron los flujos hidrosedimentarios y varios parámetros de las aguas, tanto al inicio como al final de este sistema hidrológico. Los balances “entrada-salida” muestran que el flujo hídrico en la entrada de este Río-Canal es aproximadamente 13.23 % del que se calcula en su desembocadura, siendo el flujo a la salida de aproximadamente $5,500 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. En cuanto al flujo sedimentario, el de entrada corresponde a 65,3% del de salida, porque la concentración de MES se reduce 4.9 veces pero en contrapartida, el flujo de agua se incrementa en 7.5 veces.

Las facies geoquímicas van desde «aguas blancas» a facies de «río negro», más ácidas y cargadas de materias orgánicas disueltas. Además, los gradientes longitudinales físico-químicos, ilustran adecuadamente la evolución de este Río-Canal-Camaleón.

Las características de los tributarios que confluyen por la margen izquierda se estimaron en forma indirecta en este estudio. Presentaban para esta época del año, un caudal total de $4,720 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, representando 6.6 veces el flujo hídrico en la entrada del CC y una conductividad promedio de $7,1 \mu\text{S}/\text{cm}$, típicas de la encontrada en los ríos de “aguas negras”.

El relativamente importante gradiente hidráulico (6 cmkm^{-1}) de este canal determina velocidades que alcanzan para la fecha 1.4 m^{-1} , hecho que determina la existencia de pocos meandros en este Brazo y un funcionamiento dinámico de tipo erosión-transporte.

Podemos concluir, volviendo a mencionar el hecho de que por sus características y su amplitud, el Casiquiare es una anomalía hidrológica única en el mundo.

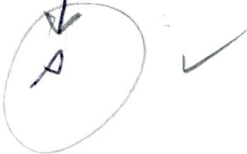


Tabla 1.– Datos morfodinámicos y físico-químicos de las aguas obtenidos en los puntos triples de la difluencia y confluencia del Río Casiquiare

Fecha Sept. 2000	Estación	Río	Q	V	Ancho máx	Prof. muestra	Prof. max	Latitud	Long.	Temp. Agua	C.E.	Turb.	pH	MES	Flujo (SM)
			<i>M3/s</i>	<i>m/s</i>	<i>(m)</i>	<i>(m)</i>	<i>(m)</i>	<i>N</i>	<i>W</i>	<i>°C</i>	<i>μS/cm</i>	<i>NTU</i>		<i>mg/l</i>	<i>kg/s</i>
9	Pto.Ayacu	Orinoco		1,94		0		05°40.766	67°38.198	27,3	7,0	26,0	5,00	49,20	
10	Tama-Tama	Orinoco	2323	1,28	380	0	5,20	03°08.673	65°51.633	26,0	14,0	22,0	5,74	34,40	79,69
"	"	"				-2				"	14,0	25,0	5,78	34,20	
"	"	"				-4				"	13,0	30,0	5,84		
10	Aguas abajo Difluencia	Orinoco	1343	1,11	270	0	5,80	03°09.327	65°53.546	26,5	15,0	24,0	5,70	32,00	42,99
10	Difluencia	Casiquiare	720	1,39	88	0	7,30	03°07.403	65°52.849	26,0	14,0	18,0	5,87	43,60	31,66
"	"	"				-3						30,0		44,40	
"	"	"				-6						34,0			
11	Confluencia	Guainia	2573	0,83	380	0	11,30			26,8	14,0	0,4	3,73	0,20	0,51
11	San Carlos	Negro	8034	1,19	600	0	14,30			26,9	9,0	1,5	3,20	5,60	44,99
11	Boca	Casiquiare	5438	1,39	320	0	14,10			26,7	7,0	7,9	4,20	8,00	48,94
"	"	"	2465			-6						7,0		10,00	
"	"	"				-12						7,9		9,00	
12	San Gabriel	Negro	6878			0		00°06.378	67°07.447	28,0	10,0	0,9	3,48	3,40	

12 360?

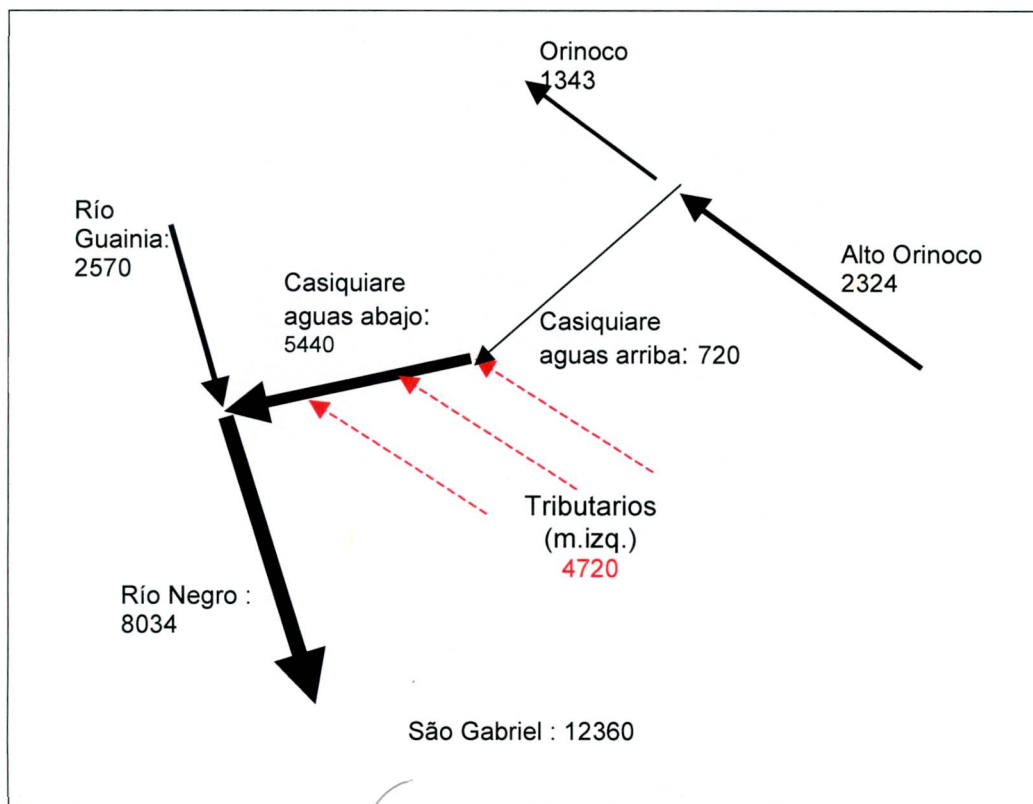


Figura 4.- Distribución de caudales (m³/s) en la bifurcación del Orinoco y confluencia del Casiquiare con el Río Negro (10-11/09/2000).

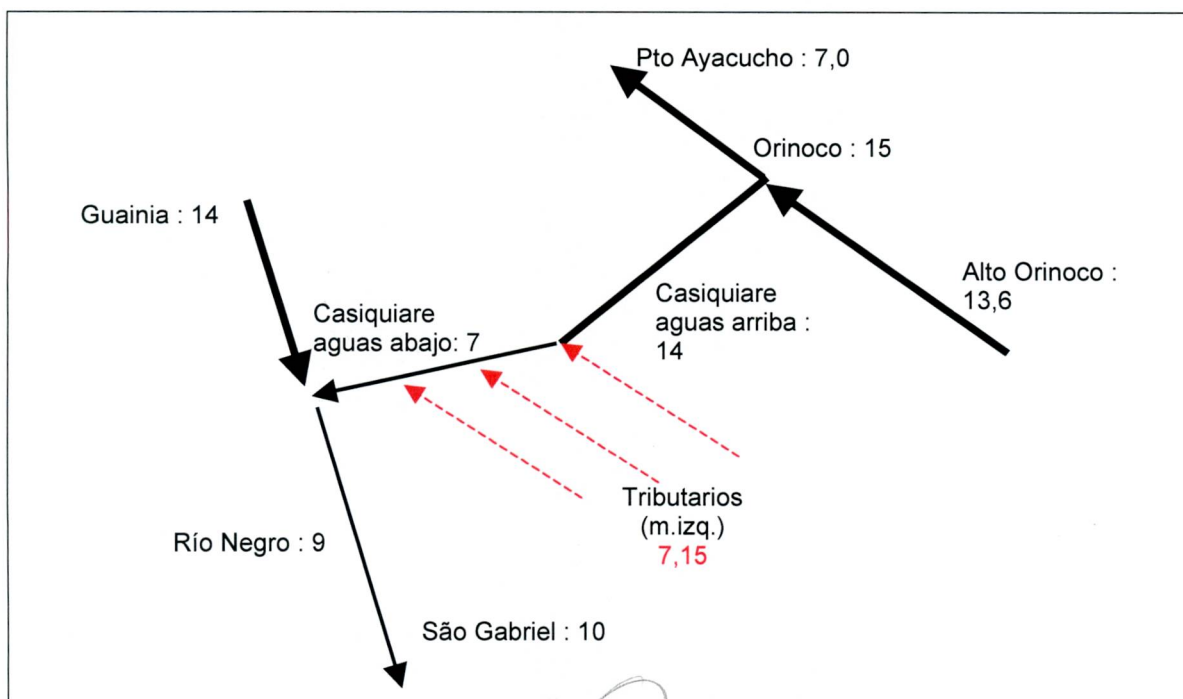


Figura 5.- Distribución de conductividades en (µS/cm) en la bifurcación del Orinoco y confluencia del Casiquiare con el Río Negro (10-11/09/2000).

REFERENCIAS

1. **Edwards, A.M.C. and Thornes, J.B.** (1968). Observations on the dissolved solids of the Casiquiare and Upper Orinoco, *Amazoniana*, 2(3): p. 245-256, 1970
2. **Edmond, et al.**, (1995) fluvial geochemistry and denudation rate of the Guayana Shield in Venezuela, Colombia and Brazil. *Geochimica and Cosmochimica Acta*, 9(16): p. 3301-3325.
3. **Gessner, F.** (1960). Ensayo de una Comparación química entre el Río Amazonas, el Río Negro y el Orinoco, *Acta Científica Venezolana* 11(2): p. 63-64.
4. **Goodland, R. and Irwin, H.** (1976) A selva Amazônica: Do inferno Verde ao Deserto Vermelho, 156 p, Universidade de Sao Paulo.
5. **Georgescu, C. and Georgescu P.** (1998). Los Ríos nos Unen, 244 p, CAF, Bogotá.
6. **Georgescu, C. and Georgescu, P.** (1984). Los Ríos de la Integración Suramericana, 438 p., Caracas 1-Stern, K. M.(1954). La Génesis del Casiquiare, 2 p, *Acta Científica Venezolana*, Vol. 5, No. 2, Caracas
7. **Humboldt, Von A.**, (1960). *Voyages aux régions équinoxiales.*, t. VII., Chez N. Maze, Paris
8. **La Condamine, C.M.** (1745) Relation abrégée d'un voyage fait dans l'Amérique méridionale. Académie des Sciences, Paris (France) - Réédité par *Maspéro*, Paris, 1981
9. **Meade, R.H. and Koehnken, L.** (1991). Distribution of the river dolphin -tonina *Inia geoffrensis*-, in the Orinoco River Basin of Venezuela and Colombia, *Interciencia* 16(6): p. 300-312.
10. **Ministerio de Obras Públicas.** (1972). Mediciones en rios grandes. Division de hidrologia, Caracas
11. **Nordin, C.F. and Meade, R.H.** (1986). The Amazon and the Orinoco, in the *McGraw-Hill Yearbook of Science & Technology*, *Anonymous McGraw-Hill Inc.*: p. 385-390
12. **Pérez Hernández, D.** (2002) Mediciones Hidrológicas en el Sector Alto Orinoco-Caño Casiquiare. Estado Amazonas. MARN, Dirección de Hid. Met. Y Oceanología.
13. **Paolini, J.** (1991). Organic carbon in the Orinoco River, *Verh.Internat.Verein.Limnol.* 24.
14. **Ron, E. et al.**, (sin fecha): Informe de las condiciones Hidráulica del Caño Casiquiare, 9 p, *Revista MARNR*, Caracas.
15. **Stern, K. M.** *La Génesis del Casiquiare* 2p, *Acta científica Venezolana* Vol 5 N° 2 Caracas.
16. **Stern K. M.** (1970). *Der Casiquiare-Kanal, einst und jetzt.* *Amazoniana* 2(4), p. 401-416
17. **Sternberg, H.O.** (1975). The Amazon River of Brazil. *Geographische Zeitschrift*
18. **Thornes, J.B.** (1969). Variability in specific conductance and pH in the Casiquiare-Upper Orinoco. *Nature* 221: p. 461-462
19. **U.S. Army Corps of Engineers,** (1943). Orinoco-Casiquiare-Negro Waterway. Venezuela-Colombia-Brasil, USA, 3 vol
20. **Vegas Vilarrúbia et al.**(1988). A physico-chemical survey of blackwater rivers from the Orinoco and the Amazon basins in Venezuela, *Arch.Hydrobiol.*, 111(4): p. 491-506
21. **Vareschi, V.** (1963). La Bifurcación del Orinoco – Observaciones Hidrográficas y Ecológicas de la Expedición Conmemorativa de Humboldt del año 1958, 9 p, *Acta Científica Venezolana*

RECONOCIMIENTOS

Este estudio se llevó a cabo con motivo de la «Expedición Humboldt 2000», en colaboración con la Universidad «Simón Bolívar», el apoyo del Gobierno y las Fuerzas Armadas de Venezuela y con la generosidad de la Corporación Andina de Fomento, de la Corporación Venezolana de Guayana y la del Instituto de Investigación para el Desarrollo de Francia.

Los autores agradecemos además, al Núcleo de Estudios Amazónicos de la «Universidad de Brasilia» -dirigida por los profesores César Martín de Sa y Victor Leonardi-, también al Dr. Oswaldo de Sola y al miembro de la Academia el Dr. Tobías Laser, ambos de Venezuela.

(+)

ABREVIACIONES:

CC = Casiquiare Channel
AO = Alto Orinoco
RG = Río Guainia
RN = Río Negro
MES = Materias en suspensión
TSD = Total de Sólidos Disueltos
MOD= Materia Orgánica Disuelta
GPS = Posicionador Geográfico Satelital