

# RIO AMAZONAS: NOTAS, ANALISIS DE SUS AGUAS Y AFORO TENTATIVO

Mario Blasco L. (\*)

## I — INTRODUCCION

“... le pusieron amazona  
 por mostrar gran valor en su persona  
 .....  
 de aquí sacó después sus invenciones  
 el Capitán Francisco de Orellana  
 para llamarle Río Amazonas”

Así se registra en forma escrita por Alonso Esteban, Cronista de Indias, el nombre del río más famoso de nuestro Planeta (Vila, 16).

Por lo demás se podría añadir que el Valle del Amazonas sigue casi tan desconocido como en los tiempos de Orellana. Los conocimientos científicos de la región son de niveles incipientes. A nuestro juicio es en la Amazonía donde la Agronomía Tropical tiene su mayor reto.

## II — NOTAS SOBRE EL RIO

Se considera que los ríos formadores del Amazonas son el Ucayali y el Marañón. El Ucayali tiene su origen en el nudo de Vilcanota (Andes Peruanos) a 5.362 m. sobre el nivel del mar. La formación del Ucayali a su vez se debe a los ríos Vilcanota o Apurimac y Urubamba (Ortega, 9; Bittencourt, 3).

El río Marañón o Tunguragua nace en la laguna de Lauricocha, en el Cerro de Pasco, a 120 Kms. del Océano Pacífico. Este río que muchos consideran como la verdadera corriente amazonense, entra al Valle a través del rápido o pongo de Manseriche (Beltrán y Vera, 2; Bittencourt, 3).

Toribio de Ortiguera fue el primero en medir en el año 1581 el curso del Amazonas: 6.686 Kms. Posteriormente se han realizado infinidad de Mediciones y cálculos. Todos muy variables, dependiendo de las fuentes que se consideren como origen, pero en promedio esas medidas son similares a las indicadas por Ortiguera (Ortega, 9). El tramo del Amazonas en el Trapecio es de 116 Kms.

(\*) M. Blasco L., ph.D. Profesor Dpto. Suelos. Facultad Agronomía Palmira.

El primer recorrido completo del río fue realizado por Francisco de Orellana y 65 compañeros que se embarcaron el 26 de diciembre de 1541, llegando a la desembocadura el 26 de agosto de 1542 (Rodríguez Fabregat, 12).

La Hoya del Amazonas en su parte plana tiene una superficie de 5.000.000 de Kms<sup>2</sup> (UNESCO, 14) aumentando a 7.050.000 Kms<sup>2</sup> al incluir las áreas montañosas, (Pérez Arbeláez, 11). La magnitud de la cuenca amazónica resalta si se tiene en cuenta que las correspondientes al Mississippi y Congo (segundas en importancia) no superan los 3.500.000 Kms<sup>2</sup>.

Sobre la anchura y profundidad del Amazonas hay pocos datos. En Tabatinga (unos 10 Kms. aguas abajo de Leticia) la anchura es de 2.715 m. que se reduce a 1.911 m. en Obidos. Estado de Pará (Bittencourt, 3). Esta última medida representa el punto más angosto del Amazonas en Brasil. En las desembocaduras de los ríos Madeira, Tapajos y Xingú las anchuras son 6.300 m., 10.000 m. y 15.000 m. respectivamente (Bittencourt, 3; Ortega, 10).

En el Atlántico el estuario se aproxima a los 400 kms. El delta se extiende en forma submarina hasta unos 1.200 Kms. de la boca del río y los barros pardo rojizos (arcillas y limos) depositados tienen 2.000 m. de espesor (Branson y Tarr, 5; Twenhofeld, 18). El río Amazonas, según la información de la UNESCO (15), arroja al mar diariamente 3 millones de toneladas métricas de sedimentos.

Desde Manaus hasta la desembocadura es fácil conseguir profundidades de 60 m. o más. Aunque el autor no ha obtenido confirmación directa, es de señalar que Botero (4) da 550-560 m. de profundidad en Obidos.

Ortega (10) da varios datos sobre el desnivel de las aguas. En la zona montañosa del Perú el desnivel promedio es de 1,60 m./Km.; desde la unión de Ucayali con el Marañón a Leticia el promedio es de 8 cms./Km. Y la velocidad promedio de 2, 5 a 4 Kms./hora.

También es Ortega (10) quien registra el caudal del Amazonas: 80.000-90.000 m<sup>3</sup>/sg. en épocas de estiaje y 160.000-300.000 m<sup>3</sup> por sg. en épocas de creciente. El río Congo, segundo en caudal, tiene 60.000 m<sup>3</sup>/sg. de promedio, mientras que el Mississippi solamente alcanza los 18.000 m<sup>3</sup>/sg. de media.

Las diferencias entre las aguas de inundación y aguas bajas es de 9-12 m. en Manaos y 5 m. en Santarem (UNESCO, 14). Schmieder (13) indica que las diferencias entre los dos invels puede llegar hasta los 17 m. en la desembocadura del Purus.

Según Avencio Villarejos (17) las variaciones en los niveles de aguas del Amazonas están ligadas únicamente a las crecientes y estiajes de los ríos Ucayali y Marañón. Ambos aumentan su caudal en el período Marzo-Mayo, mientras que el período de estiaje corresponde a Julio-Septiembre.

## III — AFORO DEL AMAZONAS EN LETICIA

a) **Materiales y Métodos:**

El aforo que se presenta en este trabajo no pretende ser exacto. Por una parte es una tarea un poco ardua el pretender aforar el Amazonas con un equipo manual. Además como indican Gómez y Aracil (8), un solo aforo tiene que necesariamente ser impreciso; para obtener datos exactos son requeridas las medidas en distintas secciones del cauce y repetidas por muchos años.

Se utilizaron un teodolito, una mira, una sonda construída con sogas, una lancha motora, y la colaboración de los operarios del aeropuerto de Leticia. Jefe del trabajo fue Gabriel Londoño, encargado de obtener datos para la construcción del puerto fluvial de Leticia.

Aunque las operaciones tuvieron muchos problemas preliminares, una vez resueltos, con el teodolito se obtuvieron las distancias y cuando la mira transportada en la lancha coincidía con la visual se arrojaba la sonda. La lectura de la profundidad se realizaba cuando se conseguía que la lancha se estabilizase el tiempo requerido para retirar la sonda en la línea visual. En lo posible se utilizaron las fórmulas recomendadas por Forchheimer (6) para cauces abiertos.

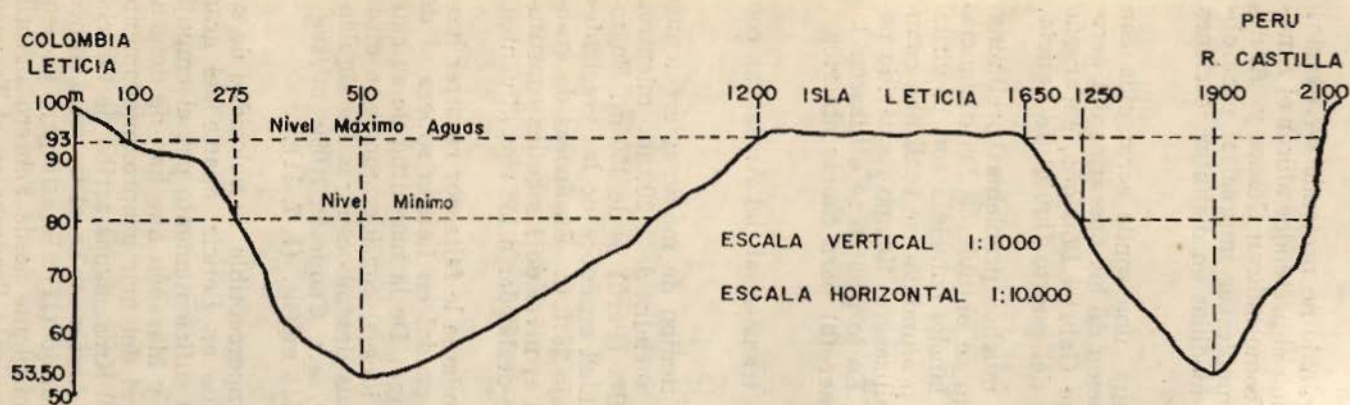
b) **Resultados y Discusión:**

La Figura N<sup>o</sup> 1 presenta el corte transversal del Amazonas con las anotaciones pertinentes.

Para Leticia se encontró que en tiempo de máximas crecientes el brazo próximo a Leticia tiene una anchura de 1.200 m. mientras que el correspondiente a Ramón Castilla (Perú) es de 450 m. En total 1.650 m. de anchura. La profundidad en época de las crecientes es de 39,5 m. y en el período de estiaje 26.5 m. En épocas de grandes crecientes los 13 m. de subida en el nivel de las aguas constituyen un gran dique que represa y hace desbordar a los ríos afluentes.

A pesar de que al río Amazonas todavía le falta por recorrer hasta su desembocadura 3.690 Kms. su caudal en Leticia supera al de cualquier otro río exceptuando el Congo. De la magnitud de su caudal en Leticia se puede formar una idea si consideramos que otros grandes ríos colombianos tienen en sus desembocaduras los siguientes volúmenes: Magdalena: 8.000 m<sup>3</sup>/sg.; Caquetá: 7.000 m<sup>3</sup>/seg.; Putumayo: 5.000 m<sup>3</sup>/sg. y Cauca: 2.118 m<sup>3</sup>/sg. (1, 7, 11).

Aunque la pendiente del río es imperceptible, la velocidad de su corriente es estimable. Es posible que en Leticia, aparte del gran caudal, la velocidad esté influenciada suficientemente por el empuje de las rápidas corrientes del Ucayali y Marañón que han de descender desde los 5.000 m. sobre el nivel del mar a aproximadamente 100 m. en el punto de su unión a 680 Kms. aguas arriba de Leticia. Las épocas de estiaje y creciente del Amazonas en el trapecio coinciden con las señaladas por Avencio Villarejo (17). El estiaje se presenta desde Junio a Octubre y la gran creciente desde Febrero a Abril. También es de indicarse que los meses más lluviosos en el Trapecio van de Diciembre a Mayo (Precipitación anual en Leticia: 3.136 m.m./año repartidos en 212 días).



LETICIA (Avda. Libertador)	: 100 m sobre el nivel del mar
Distancia desde Leticia al mar	: 3.690 Kms.
Nivel maximo de aguas	: 93 m. sobre el nivel del mar
Nivel minimo de aguas	: 80 m. sobre el nivel del mar
Diferencia de aguas	: 13 m.
Desnivel de aguas en zona colombiana	: 2,2 cms./Km.
Velocidad media de corriente	: 1,39 m/sg.
Volumen maximo	: 45.011,67 m <sup>3</sup> /sg.
Volumen minimo	: 21.058,50 m <sup>3</sup> /sg.

FIGURA I

CORTE TRANSVERSAL DEL RIO AMAZONAS EN LETICIA

## IV — ANALISIS DE LAS AGUAS

## a) Materiales y Métodos:

Las muestras se tomaron en el centro de los ríos y a medio metro de profundidad. Los ríos Atacuari, Loreto-yacu y Hamaca desembocan en el Amazonas a su paso por el Trapecio.

Los análisis se realizaron siguiendo los métodos propuestos por el Laboratorio de Salinidad USDA, (15). La lectura de sodio y potasio se obtuvo mediante el espectrofotómetro de llama Beckman-B. Calcio y magnesio por el método del verseno. Los carbonatos y bicarbonatos mediante titulación con ácido utilizando fenolftaleína y metil rojo como indicadores respectivamente. Los sulfatos precipitándolos como sulfatos de bario y los cloruros titulando con nitrato de plata empleando cromato de potasio como indicador. El pH se determinó potenciométricamente y la conductividad eléctrica utilizando el puente de Wheastone, y el R.A.S. se calculó de acuerdo a la fórmula usual (15).

## V — RESULTADOS Y DISCUSION

La Tabla I muestra los resultados analíticos de las aguas de los ríos Amazonas, Atacuari, Loreto-yacu y Hamaca-yacu.

— T A B L A I —

Análisis de aguas de los ríos Amazonas, Atacuari, Loreto-yacu y Hamaca-yacu

	Amazonas	Atacuari	Loreto-yacu	Hamaca-yacu
pH	6.60	6.55	7.0	6.50
CE micromhos/cm	2.00	2.00	1.00	1.00
SO <sub>4</sub> = m.e./litro	0.420	0.685	0.003	1.325
Cl <sup>-</sup> " "	0.112	0.050	0.050	0.100
CO <sub>3</sub> = " "	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> " "	0.221	0.300	0.210	0.120
Ca <sup>2+</sup> " "	0.270	0.307	0.225	0.175
Mg <sup>2+</sup> " "	0.007	0.001	0.009	0.001
K <sup>+</sup> " "	0.094	0.095	0.073	0.072
Na <sup>+</sup> " "	0.172	0.168	0.163	0.185
Sólidos ppm	1890	1549	1620	1890
R. A. S.	0.45	0.39	0.39	0.62
Clasificación	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>

Color de las aguas: Amarronado. Inodoras. Turbias.

De acuerdo a los resultados se puede observar que entre los aniones son los sulfatos quienes predominan en las aguas del Amazonas y sus afluentes (máximo 1,325 m.e./litro) con excepción del Loreto-yacu. Hay ausencia de carbonatos. Entre los cationes el calcio es el más abundante, superado solamente en el Hamaca-yacu por el sodio.

Todas las aguas fueron clasificadas como  $C_1S_1$  (USDA, 15). Es decir, en sus desbordamientos no tienen posibilidad de producir acumulación de sales.

Los suelos aluviales formados por los sedimentos de estas aguas son los más fértiles del Trapecio. Son suelos con pH más o menos neutro y con una concentración de bases superiores a los suelos de la selva libres de inundación. Por tanto se puede considerar que las inundaciones y consiguientes deposiciones de sedimentos aumentan la fertilidad de los suelos desarrollados en las proximidades de los ríos. La mayor capacidad catiónica de cambio de estos suelos aluviales cabe atribuírle también al proceso de sedimentación.

## VI — RESUMEN

Se encontró que el río Amazonas en Leticia presenta un volumen máximo de 45.011,67 m<sup>3</sup>/sg. y un mínimo de 25.058,50 m<sup>3</sup>/sg. Las aguas del río Amazonas mostraron un bajo contenido de sales y resultados similares se obtuvieron en los otros ríos analizados (Clasificación  $C_1S_1$ ).

## SUMMARY

It was found that Amazon River in Leticia has a volumen of 45.011,67 m<sup>3</sup>/sg. maximum and 25.058,50 m<sup>3</sup>/sg. minimum. The Amazon River waters showed a low content of salts and very similar results were obtained in the other rivers analyzed (Classification  $C_1S_1$ ).

## BIBLIOGRAFIA

1. (ANONIMO)— 1944. Colombia en cifras. Bogotá, Ed. Antena. 806 p.
2. BELTRAN, R. y V. VERA.— 1955. Geografía Universal ilustrada. Vol II. Barcelona Ed. Ave. 491 p.
3. BITTENCOURT, A.— 1957. Bacia Amazonica. Vias de comunicacao e meios de transporte. Inst. Nal. Pes. Amaz. Río Janeiro. 178 p.
4. BOTERO, J. M.— 1956. Geografía de Colombia. 13a. ed. Medellín. Ed. Bedout. 247 p.
5. BRANSON, E. B. and W. A. TARR.— 1935. Introduction to geology. New York, McGraw - Hill Book Co. Inc. 470 p.
6. FORCHHEIMER, PH. I.— 1950. Tratado de hidráulica. Trad. M. Lucini. 3ª ed. Madrid, Ed. Labor. 628 p.
7. FRANCO, R.— 1941. Antropogeografía colombiana. Manizales, Imp. Dptal. 510 p.
8. GOMEZ, J. L. y J. J. ARCIL.— 1951. Saltos de agua y presas de embalse. 3ª ed. Vol. I. Madrid, Tip. Artística. 1157 p.
9. ORTEGA, D.— 1936. La hoya del Amazonas. Bol. Soc. Geograf. Col. 3: 25-53.

10. ORTEGA, D.— 1940. La hoya del Amazonas. Vol. 1 3<sup>a</sup> ed. Bogotá, Ed. Centro. 553 p.
11. PEREZ ARBELAEZ, E.— 1949. Hilea magdalenense. Bogotá, Ed. Contraloría General Rep. 180 p.
12. RODRIGUEZ FABREGAT, E.— 1955. Pasión y crónica del Amazonas. Buenos Aires, Ed. Losada. 339 p.
13. SCHMIEDER, O.— 1946. Geografía de América. Trad. P. R. Hendrichs. Méjico, Fondo Cult. Eco. 1116 p.
14. UNESCO.— 1958. Problemes des regions tropicales humids. Paris, Firmin, Didot et Cie. 102 p.
15. USDA.— 1954. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Trad. Secr. Agric. Ganad. México. Manual N<sup>o</sup> 60. 172 p.
16. VILA, P.— 1942. El interés geográfico de las económicas amazónicas. Bol. Sat. Geograf. Col. 7: 118-163.
17. VILLAREJOS, A.— 1959. Así es la selva. 2<sup>a</sup> ed. Lima, Ed. Ausonia. 252 p.
18. TWENHOFEL, W. N.— 1950. Principles of sedimentation, 2nd ed. New York McGraw-Hill Book Co. Inc. 673 p.