

ISSN 0325-2809	Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral, n° 12, p.: 28-43	1981
-------------------	--	------

## SEDIMENTOS SUSPENDIDOS EN EL TRAMO MEDIO DEL RIO PARANA:

**Variaciones temporales e influencia de los principales tributarios \*.**

*Edmundo C. Drago y Mario L. Amsler*  
Instituto Nacional de Limnología  
José Maciá 1933, 3016 Santo Tomé  
Santa Fe, Argentina

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo es el estudio de las variaciones de las concentraciones de los sedimentos suspendidos en el tramo medio del río Paraná, en relación con el caudal y los diversos aportes sedimentarios efectuados por sus tributarios principales, los ríos Alto Paraná, Paraguay y Bermejo. La concentración de los sedimentos suspendidos en el río Paraná se incrementa significativamente luego de la desembocadura del río Paraguay, elevándose en un 100 % en promedio para los períodos analizados. Este hecho deriva del notable aporte sedimentario del río Bermejo al cauce inferior del río Paraguay. La característica distintiva para el tramo estudiado es el atraso del pico del material en suspensión con respecto a los caudales máximos, detectado mediante mediciones llevadas a cabo entre 1976 y 1980. Este fenómeno se ha explicado analizando las diferencias entre los regímenes del río Paraná y sus principales tributarios. Al mismo tiempo, se ha observado que la relación caudales-líquidos-concentración de sedimentos suspendidos describe un ciclo antihorario.

### SUMMARY:

*Suspended sediment in the middle reach of Paraná river:  
Temporal variations and main tributaries' influence*

This paper deals with the temporal variations of the suspended solids concentration in the middle reach of Paraná river, its relationship with discharge and the influence of its main tributaries, the Bermejo, Paraguay and Alto Paraná rivers.

The Paraná river suspended sediment concentration increases its average value 100% after the confluence of the Paraguay river, owing to the contribution of suspended matter ca-

---

\* Trabajo presentado en las "I Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral" (Agosto 1981).

ried by Bermejo river. A lag of peak sediment concentration with respect to the highest water discharges has been detected through measurements performed from 1976 to 1980. In order to explain the reason of this delay the regime differences between Paraná river and its main tributaries were analyzed. A counter clockwise cycle in the water discharge-sediment concentration relationship was observed.

## INTRODUCCION

Los caudales líquidos y sólidos de un sistema fluvial constituyen valiosos indicadores ambientales, que reflejan la interacción entre la precipitación y las características de la cuenca emisora receptora, los procesos que se operan en la misma y la influencia de la acción antrópica.

Por esta razón, en los últimos años se ha evidenciado un creciente interés en el estudio del transporte de los sedimentos fluviales y sobre todo, en la cuantificación de su producción. Este interés se basa en consideraciones sobre procesos geomorfológicos, erosión de cuencas, relación calidad del agua-sedimentos, problemas ecológicos y tasas de sedimentación en represas, vías navegables y puertos.

El tramo medio del Paraná, integrante de uno de los sistemas fluviales más importantes de América del Sur, la Cuenca del Río de la Plata, es objeto de un estudio ecológico por parte del Instituto Nacional de Limnología (CONICET), motivado por la necesidad de conocer el impacto que ejercerá sobre el ecosistema la construcción de futuras obras de represamiento.

El presente trabajo se refiere a la relación entre caudales y concentraciones de sedimentos suspendidos y a la incidencia sobre éstas últimas de los aportes de sus principales tributarios, los ríos Bermejo, Paraguay y Alto Paraná, aspectos éstos, incluidos en el mencionado plan de investigación.

## MATERIAL Y METODOS

Los datos de caudales y concentraciones utilizados en este trabajo han sido obtenidos de diversas fuentes: Programa para el Mejoramiento de la Navegación del río Paraná-ARG 31, Agua y Energía Eléctrica de la Nación y Distrito Paraná Medio de la Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables.

Esta información corresponde al período diciembre-mayo de varios años (1971-1974), ya que durante esos meses se registran en el sistema considerado, los mayores aportes de caudales líquidos y sólidos. La situación de las secciones donde se han medido los valores empleados, puede apreciarse en la fig. 1. Las relaciones entre los caudales de los ríos Bermejo y Paraguay y de éste último con el Alto Paraná, se presentan en los cuadros 1 y 2.

El cociente entre los aportes líquidos de los ríos Paraguay y Alto Paraná, se obtuvo propagando hasta su confluencia los valores aforados en la sección aguas abajo de la desembocadura del Bermejo y los calculados en Posadas con la curva de descarga existente para esa sección. Estos resultados se lograron teniendo en cuenta los siguientes supuestos:

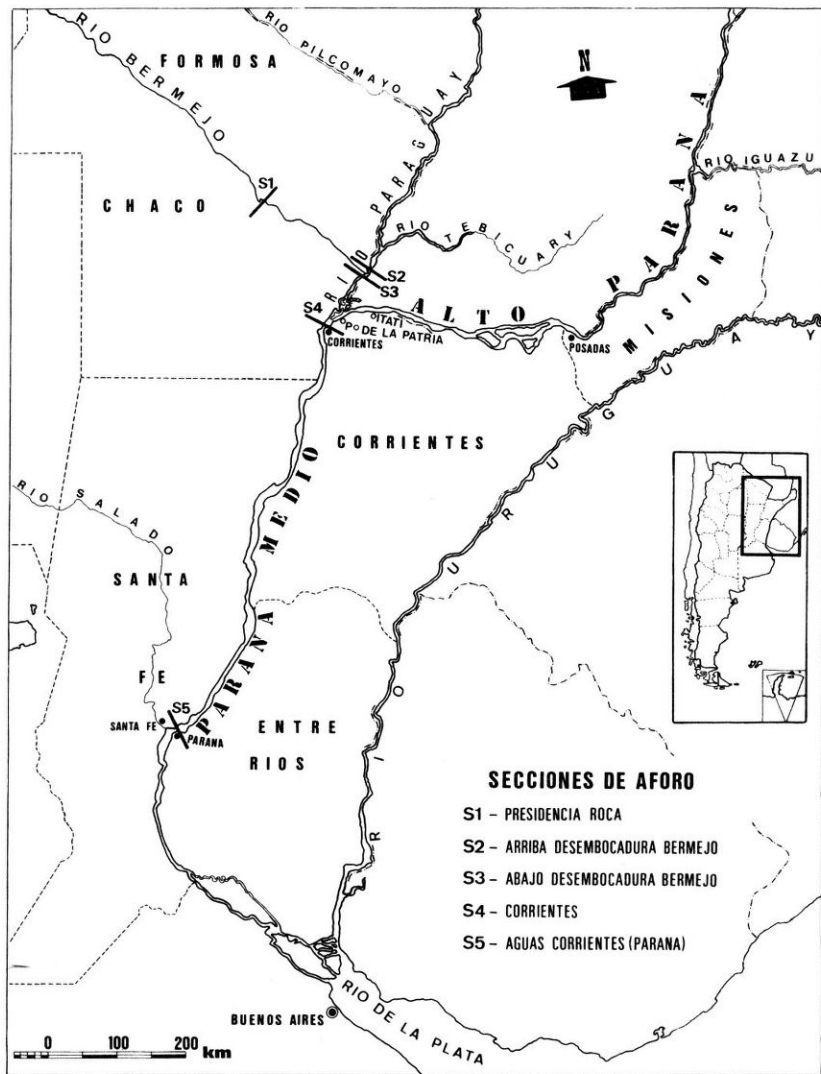


Fig. 1.- Situación de las secciones de aforos en el sistema fluvial estudiado.

a) La velocidad de traslado de los caudales del Paraguay, en los últimos 73,5 km de su recorrido, es constante e igual a la velocidad media en la sección de aforo aguas abajo de la desembocadura del Bermejo.

b) Los caudales registrados en Posadas se repiten en Paso de la Patria desfasados en el tiempo.

Las velocidades de propagación en el Alto Paraná fueron determinadas comparando los registros hidrométricos de los limnómetros de Posadas e Itatí, para distintos estados del río, en los años considerados en el estudio. Los tiempos de traslado de los volúmenes líquidos ( $m^3 s^{-1}$ ) en el Paraguay inferior oscilaron entre 0,77 y 1,89 días (promedio: 1,09 días) y los del Alto Paraná entre 3 y 7 días (promedio: 3,73 días).

Estos resultados fueron confrontados con los obtenidos mediante otros métodos<sup>7</sup>, para varias crecientes significativas entre 1905 y 1966, encontrándose en el mismo orden de magnitud.

Las mediciones de material suspendido en el Perfil Toma de Aguas Corrientes, situada a 2,7 km aguas arriba de la ciudad de Paraná (Prov. Entre Ríos) fueron realizadas por los autores desde octubre de 1976 hasta la fecha, con una frecuencia aproximadamente quincenal, que se incrementó durante los períodos de crecientes. Los muestreos se efectuaron con un captador continuo, en tres verticales: dos sobre ambas riberas y la restante en el centro del cauce. En las situadas sobre las márgenes, se tomaron dos puntos de muestreo: uno superficial y otro a 1 m sobre el fondo. En la central se tomaron tres puntos: dos como en el caso anterior y el restante en la mitad de la vertical. Debe destacarse que se realizó un estudio de sensibilidad del número de verticales y puntos de muestreo el cual reveló que el error cometido en los valores de concentración total en la sección, muestreando en las condiciones descriptas, no superó el  $\pm 5 \%$ . Las muestras de agua, con un volumen entre 2 y 2,5 l cada una, fueron trasladadas a laboratorio en bidones de plástico donde se determinaron las concentraciones totales, empleando filtros de vidrio poroso con capacidad de retención de partículas mayores de 1 micrón.

Las concentraciones utilizadas, en todos los casos fueron valores medios para las secciones de aforo consideradas, calculadas en base a la distribución de caudales a lo ancho de las mismas.

## RESULTADOS

### 1) Ríos Bermejo, Paraguay y Alto Paraná

El río Bermejo constituye el principal tributario del río Paraguay inferior, aportando sobre todo importantes caudales sólidos. Esto último, hace que aquel curso de agua ejerza una gran influencia no solamente en el Paraguay sino también, por intermedio de éste, al tramo medio del Paraná.

La magnitud de esta incidencia se explicará más adelante en base a datos de caudales y concentraciones, obtenidos en forma aproximadamente simultánea a lo largo del eje potámico Paraguay-Paraná medio, por los responsables del Programa ARG 31.

En su tramo inferior, el río Bermejo presenta un período de creciente que abarca desde diciembre a abril incluído, correspondiendo el resto del año al estiaje<sup>6</sup>. De acuerdo a observaciones realizadas, la onda de creciente se traslada, en el mismo tramo, a un promedio de 40 km/día<sup>11</sup>; el pico máximo de caudal se observa generalmente a mediados de marzo. A su vez, los mayores aportes sólidos coinciden con los máximos líquidos, originándose la mayor parte de los mismos en la cuenca del Alto Bermejo<sup>2</sup>.

El cuadro 3 muestra valores de la concentración media en la sección de Presidencia Roca (Prov. del Chaco), 250 km antes de su punto terminal, aforados durante períodos de caudales máximos. En el cuadro 1 se indican otros valores, correspondientes a su de-

Cuadro 1.

Caudales y concentraciones en los ríos Paraguay y Bermejo. (Programa para el mejoramiento de la Navegación en el río Paraná-ARG-31). (\*): Calculadas en base a las relaciones de caudales y a las concentraciones antes y después de la desembocadura del río Bermejo. (-): Datos no calculados.

FECHA	RIO PARAGUAY						RIO BERMEJO		Relaciones entre caudales		
	Caudales ( $m^3 s^{-1}$ )		Concentraciones ( $mg l^{-1}$ )		Caudales ( $m^3 s^{-1}$ ) (0 <sub>3</sub> )	Concentraciones(*) ( $mg l^{-1}$ )	0 <sub>1</sub> /0 <sub>3</sub>	0 <sub>2</sub> /0 <sub>3</sub>	0 <sub>2</sub> /0 <sub>1</sub>	(9)	(10)
	Arriba desembocadura Bermejo (0 <sub>1</sub> )	Abajo desembocadura Bermejo (0 <sub>2</sub> )	Arriba desembocadura Bermejo	Abajo desembocadura Bermejo							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)		
28-30/4/71	4971	5382	97	577	411	6383	12,09	13,09	1,08		
3-4/5/71	4947	5450	--	--	503	--	9,83	10,83	1,10		
5-6/5/71	4990	5527	83	378	537	3119	9,29	10,29	1,11		
11-12/5/71	5036	5357	--	--	321	--	15,69	16,69	1,06		
13-14/5/71	5013	5376	--	--	363	--	13,80	14,80	1,07		
17-18/5/71	5091	5300	--	--	209	--	24,36	25,36	1,04		
20/5/71	--	--	--	655	--	--	--	--	--		
27-28/5/71	5068	5454	--	--	386	--	13,13	14,13	1,08		
13-14/12/71	1561	1894	--	--	333	--	4,69	5,69	1,21		
20-22/12/71	1627	2100	--	--	473	--	3,44	4,44	1,29		
10-11/1/72	--	--	89	187	--	--	--	--	--		
10-11/2/72	1332	1665	102	831	333	3747	4,00	5,00	1,25		
20/12/72	--	--	--	432	--	--	--	--	--		
25-26/1/73	4220	5052	68	813	832	4591	5,07	6,07	1,20		
23-24/3/73	3094	4160	76	--	1055	--	2,90	3,90	1,34		
8-9/2/74	2216	2682	131	780	466	3869	4,76	5,76	1,21		
2-3/4/74	3102	3458	65	565	356	4918	8,71	9,71	1,11		
19-20/4/74	3553	3928	88	543	375	4855	9,47	10,47	1,11		
PROMEDIO			89	576	--	4497	9,41	10,41	1,15		

sembocadura, calculados en base a las concentraciones del Paraguay antes y después de aquélla y a las correspondientes relaciones de caudales entre ambos ríos.

Por su parte, el comportamiento del río Paraguay inferior es notablemente influenciado por el remanso hidrodinámico producido por el río Paraná<sup>12</sup>. En lo referente a sus caudales sólidos, es posible detectar grandes diferencias entre los tramos aguas arriba y abajo de la desembocadura del Bermejo, sobre todo cuando este último se halla en creciente.

En el cuadro 1 se presenta una serie de aforos simultáneos realizados en los tramos mencionados que demuestran, a través de valores de concentración media, la magnitud de la diferencia mencionada. Así puede verse (columna 4) que el promedio de las concentraciones aguas arriba de la desembocadura del Bermejo fue de 89 mg l<sup>-1</sup>, mientras que para este último fue de 4.497 mg l<sup>-1</sup> (columna 7). El valor correspondiente al tramo posterior a la confluencia alcanzó a 576 mg l<sup>-1</sup> (columna 5). Es evidente, el brusco aumento de la concentración de los sólidos suspendidos en las aguas del Paraguay inferior, luego de recibir al Bermejo.

La diferencia de caudales en favor del primero (9,4: 1 en promedio; columna 8) origina a su vez una importante dilución de la concentración aportada por el Bermejo. Como dato ilustrativo, en base a la relación entre los caudales aguas abajo de la unión de ambos ríos (10,4: 1 en promedio; columna 9), entre los caudales del Paraguay abajo y arriba de la confluencia con aquel (1,15: 1 en promedio; columna 10) y a los datos de concentraciones promedios que presentan los dos cursos, se ha calculado la concentración que debería tener el Paraguay antes de su desembocadura en el Paraná, la cual resultó ser de 509 mg l<sup>-1</sup>. En el "Informe sobre el Estudio de Navegabilidad del río Paraguay al Sur de Asunción"<sup>14</sup>, se dan a conocer los resultados de cinco muestreos realizados al sur de la desembocadura del río Bermejo (km 78) que han brindado valores de concentración compatibles con los obtenidos en este trabajo. Incluyendo en la obtención del promedio de las concentraciones del Bermejo los datos del cuadro 3 y empleando el mismo procedimiento anterior, la concentración del Paraguay alcanzó los 702 mg l<sup>-1</sup>. Puede advertirse que, en ambos casos, la diferencia con el valor observado de 576 mg l<sup>-1</sup> no es excesiva, si se tiene en cuenta el carácter aluvial de ambas corrientes, con sus complejos procesos de erosión, transporte y depositación y el escaso número de datos disponibles con los que se efectúan los cálculos presentados.

A su vez, el río Alto Paraná muestra un comportamiento hidrológico uniforme a todo lo largo del tramo argentino-paraguayo, presentando un período de creciente comprendido entre octubre y abril con máximas en febrero, y un estado de aguas bajas durante el resto del año, con mínimas en agosto<sup>11</sup>.

En cuanto a su comportamiento sedimentológico, los datos aportados por Scartascini<sup>10</sup> demostraron que las máximas concentraciones de sólidos suspendidos preceden o acompañan a los caudales pico. El valor medio de aquellas ha alcanzado los 114 mg l<sup>-1</sup> en el período analizado.

En el punto de su confluencia, la relación promedio de caudales entre el Alto Paraná y el Paraguay ha sido de 3,86:1 (cuadro 2).

## 2) Paraná medio

Este tramo, pese a su gran desarrollo (707 km), presenta una particular continuidad hidrológica cuando se lo compara con el Alto Paraná (fig. 2). Así, los períodos de creciente y bajante coinciden con este último, mostrando el desfase lógico en la ocurrencia de los máximos y mínimos. A la altura de la ciudad de Paraná por ejemplo, los picos de caudal se dan a fines de marzo y principios de abril y los de bajante durante setiembre.

Cuadro 2.

Relación entre los caudales de los ríos Paraguay, Alto Paraná y Paraná medio en Confluencia.

Fecha	Caudales			$Q_2/Q_1$	$Q_3/Q_1$	$Q_3/Q_2$
	R. Paraguay ( $m^3 s^{-1}$ ) ( $Q_1$ )	R. Alto Paraná ( $m^3 s^{-1}$ ) ( $Q_2$ )	R. Paraná Medio ( $m^3 s^{-1}$ ) ( $Q_3$ )			
29/4/71	5382	11267	16649	2,09	3,09	1,48
4/5/71	5450	10924	16374	2,00	3,00	1,50
7/5/71	5527	11267	16794	2,04	3,04	1,49
12/5/71	5387	13122	18479	2,45	3,45	1,41
15/5/71	5376	14736	20112	2,74	3,74	1,36
18/5/71	5300	13031	18331	2,46	3,46	1,41
28/5/71	5450	10206	15660	1,87	2,87	1,53
14/12/71	1894	9056	10950	4,78	5,78	1,21
21/12/71	2100	10796	12896	5,14	6,14	1,19
13/2/72	1665	14418	16083	8,66	9,66	1,12
27/1/73	5052	14736	19788	2,92	3,92	1,34
24/3/73	4160	15927	20087	3,83	4,83	1,26
11/2/74	2682	16906	19588	6,30	7,30	1,16
3/4/74	3458	22306	25764	6,45	7,45	1,16
21/4/74	3928	16559	20487	4,22	5,22	1,24
			PROMEDIO	3,86	4,86	1,32

Cuadro 3.

Niveles hidrométricos, caudales y concentraciones medias en el río Bermejo inferior; estación de aforos en **Presidencia Roca** (Programa para el Mejoramiento de la Navegación en el río Paraná-ARG.31).

Fecha	Nivel hidrométrico (m)	Caudal ( $m^3 s^{-1}$ )	Concentración media ( $mg l^{-1}$ )
27-2-73	5,20	879	9978
28-2-73	5,17	855	10393
13-3-73	5,04	885	8900
15-3-73	5,12	923	9799
22-1-74	4,47	725	7435

La diferencia de aportes líquidos en favor del Alto Paraná con respecto al Paraguay, hace que las altas concentraciones de este último disminuyan notablemente luego de la confluencia. No obstante, las del Paraná en su tramo medio se incrementan en más de un 100 % con respecto a las del Alto Paraná. En efecto, la concentración promedio a la altura de la ciudad de Corrientes, en los meses analizados, fue de 250  $mg l^{-1}$ .

Como dato ilustrativo, también se ha calculado la concentración promedio en Corrientes teniendo en cuenta la relación de caudales entre el Paraguay y el Paraná aguas abajo de su unión (4,86:1), la que existe entre el tramo medio y el Alto Paraná (1,32:1) y los valores de concentraciones medias para ambos ríos. Este valor resultó ser de 205  $mg l^{-1}$  que está en el orden del observado de 250  $mg l^{-1}$ .

De esta manera, se ha cuantificado la influencia decisiva de los aportes sólidos del Bermejo sobre la carga suspendida del tramo medio del Paraná, mencionada anteriormente por otros autores 2,3,8,11.

Se ha calculado además, una concentración media de 276  $mg l^{-1}$  en las aguas del Paraná a la latitud de la ciudad homónima para los períodos diciembre-mayo de los años 1976 a 1980. Este resultado confirmaría el obtenido por Drago y Vassallo<sup>3</sup> en mediciones realizadas a lo largo del tramo medio del río, en cuanto al ligero incremento del material suspendido entre las ciudades de Corrientes y Paraná.

En la fig. 3 se esquematiza lo analizado anteriormente, a través de la agrupación de los valores de concentración para cada una de las corrientes fluviales que integran el sistema.

### 3) Perfil Toma de Aguas Corrientes (Paraná)

La incidencia combinada de la carga suspendida aportada por el sistema Bermejo-Paraguay inferior y de los caudales líquidos provenientes del Alto Paraná, determinan el comportamiento sedimentológico del tramo medio del río Paraná.

Observaciones llevadas a cabo durante un período superior a los cuatro años en un perfil transversal del cauce principal del Paraná medio, permitieron conocer la relación existente entre los picos de caudales líquidos y sólidos. El rasgo distintivo consiste en el retraso de las máximas concentraciones con respecto a los más altos caudales, como puede



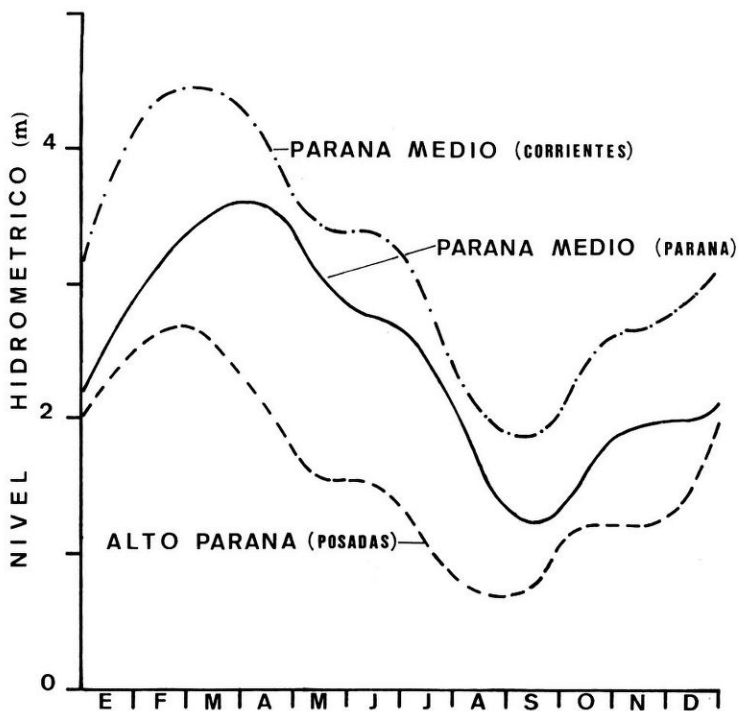


Fig. 2.- Limnigramas indicativos del comportamiento medio anual del río Paraná. (Dirección Nac. de Construcciones Portuarias y Vías Navegables).

apreciarse en la fig. 4, donde se han representado el limnigrama y el hidrograma de concentraciones desde octubre de 1976 a diciembre de 1978.

Además, en la fig. 5 se ha graficado la onda de creciente correspondiente a 1980 y la más detallada evolución del material en suspensión, en base a muestreos aproximadamente semanales. En el cuadro 4, se consignan algunos valores que caracterizan los tres casos estudiados y donde se aprecia que el retardo estuvo comprendido entre 22 y 39 días, siendo generalmente abril, un mes trascendente en cuanto al transporte de los volúmenes máximos de sólidos suspendidos.

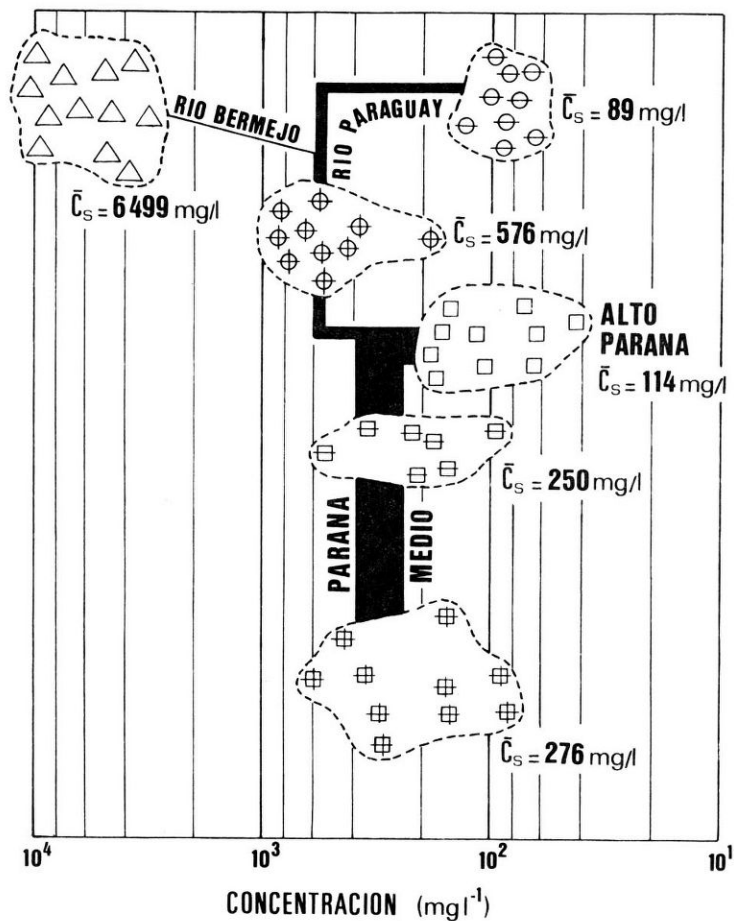


Fig. 3.- Representación esquemática de los grupos de concentración de sedimentos suspendidos que caracterizan a los ríos componentes del sistema.  $\bar{C}_s$ : valor medio de cada grupo de concentraciones.

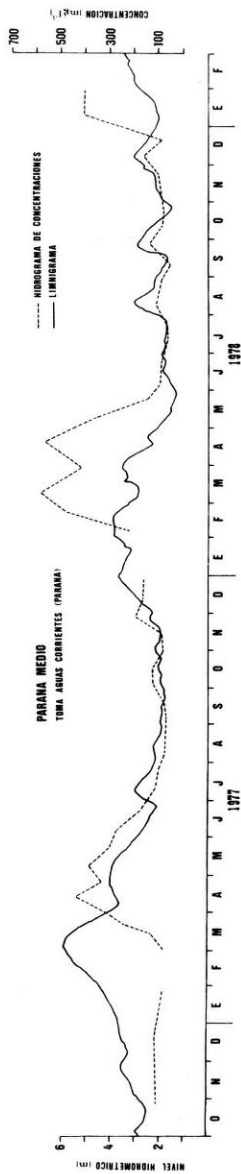


Fig. 4.- Río Paraná medio, Perfil Toma de Aguas Corrientes de la ciudad de Paraná (E.R.íos). Limnigrama e hidrograma de concentración durante 1977 y 1978.

Cuadro 4.

Río Paraná Medio. Valores indicativos del retraso de las concentraciones máximas de sólidos suspendidos con respecto a los picos de caudales para diversas crecientes en el Perfil Toma de Aguas Corrientes de la ciudad de Paraná (Prov. E. Rfos). Q: caudal;  $C_s$ : concentración de sedimentos suspendidos.

Creciente	$Q_{max}$ ( $m^3 s^{-1}$ )	$C_s$ correspondiente al (i) entre paréntesis ( $mg l^{-1}$ )	$C_s max$ ( $mg l^{-1}$ )	Q para la $C_s max$ ( $m^3 s^{-1}$ )	Fecha del $Q_{max}$	Fecha de la $C_s max$	Retraso de la $C_s max$ con respecto al $Q_{max}$ (dfas)
1977	25070	84 (24733)	445	17437	5/3	13/4	39
1978	17912	232 (17607)	595	14400	15/2	9/3	22
	16464	422 (16464)	575	12655	28/3	19/4	22
1980	22232	153 (22160)	353	18735	29/3	21/4	23

El desfase de las máximas concentraciones con respecto a los mayores caudales, origina los conocidos ciclos horarios o antihorarios según que aquéllas se adelanten o se atrasen en relación a estos últimos 1,5,9,13. En la fig. 6 se ha representado uno de ellos, correspondiente a la creciente de 1977, típico para el tramo de río que nos ocupa.

A fin de explicar este comportamiento, se resumen a continuación algunos de los hechos hasta aquí analizados y que caracterizan el funcionamiento del sistema:

a) Los caudales del tramo medio del Paraná están determinados fundamentalmente por los aportes del Alto Paraná. La influencia del Paraguay no altera mayormente el régimen del río (fig. 2).

b) Las máximas concentraciones del Alto Paraná preceden o coinciden con los picos del caudal, siendo sus valores puntuales máximos relativamente bajos (alrededor de  $200 mg l^{-1}$ )<sup>10</sup>.

c) Las concentraciones provenientes del río Bermejo determinan el comportamiento sedimentológico del Paraná en su tramo medio. Estas altas concentraciones preceden o coinciden con los picos de caudal en el río Bermejo<sup>11</sup>.

Teniendo en cuenta los limnigramas para el período diciembre-mayo de los años 1977, 1978 y 1980, en Presidencia Roca (Bermejo inferior), Corrientes (Paraná medio superior) y Perfil Toma de Aguas Corrientes de Paraná (Paraná medio inferior) (fig. 7), se puede observar para los tres casos que, cuando llegan a Corrientes los caudales máximos

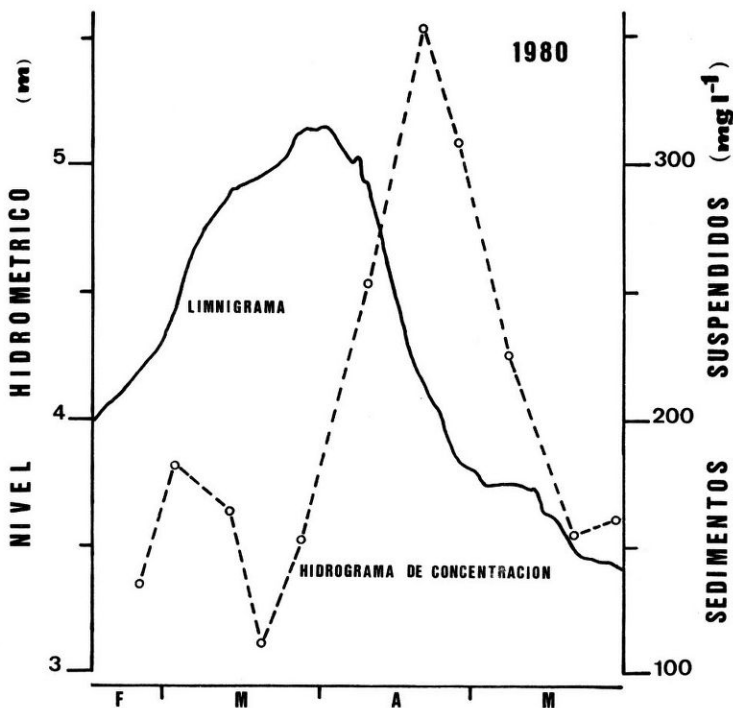


Fig. 5.- Rfo Paraná medio, Perfil Toma de Aguas Corrientes de la ciudad de Paraná (E.Ríos). Limnigrama e hidrograma de concentración durante la creciente de 1980.

del Alto Paraná, por Presidencia Roca no han pasado aún los caudales pico de la creciente del Bermejo. Este hecho, unido al explicado en c, determina que la onda de material sólido llegue a la confluencia del Paraguay-Paraná con posterioridad al paso de la creciente anual de este último y se detecte retrasada en el tiempo, según los lapsos ya mencionados. Se aprecia, asimismo, la correspondencia existente entre las variaciones de los hidrogramas de concentraciones en Aguas Corrientes y de los limnigramas en Presidencia Roca.

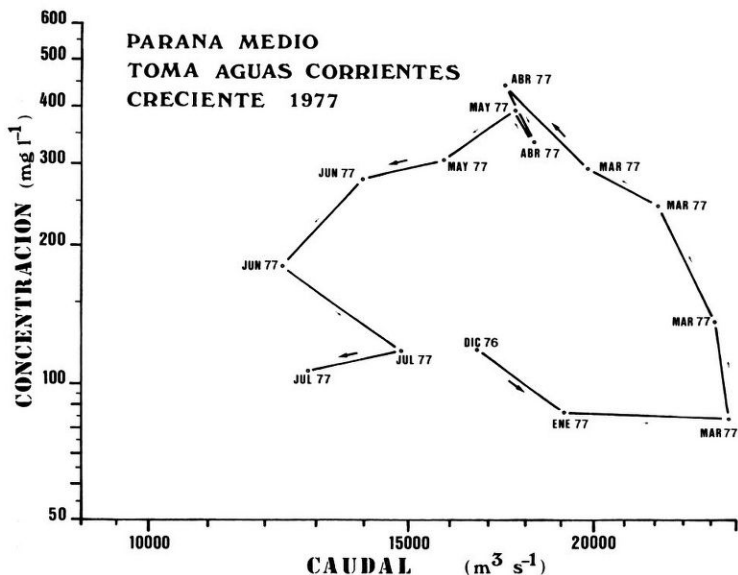


Fig. 6.- Río Paraná medio, Perfil Toma de Aguas Corrientes de la ciudad de Paraná (E.Ríos). Ciclo antihorario determinado por las concentraciones en su relación con los caudales durante la creciente de 1977.

### CONCLUSIONES

La concentración de los sedimentos suspendidos en el río Paraná se incrementa significativamente luego de la desembocadura del Paraguay, elevándose en un 100 % en promedio para los períodos diciembre-mayo de los años analizados. Este hecho deriva del notable aporte sedimentario del río Bermejo al tramo inferior del Paraguay, ya que tanto éste como el Alto Paraná no transportan la cantidad de sólidos suspendidos necesaria para originar un aumento como el mencionado.

La característica distintiva para el tramo medio del Paraná es el atraso del pico del material en suspensión con respecto al de caudal. En los períodos analizados, este retardo estuvo comprendido entre 22 y 39 días, siendo abril un mes trascendente en cuanto al transporte de los volúmenes máximos de sólidos suspendidos. Este fenómeno estaría originado por el desfase en la llegada a la confluencia Paraguay-Paraná de los máximos caudales de este último y de los picos de concentración provenientes del Bermejo.

Por último, es necesario señalar que para una determinación más ajustada de estos hechos, serían necesarios muestreos simultáneos y continuos en los ríos componentes del sistema durante varios estados de creciente. Se lograría con ello, contar con un volumen de datos mayor que el existente hasta la fecha, establecer la ocurrencia de los picos de concentración y caudal en el Bermejo y Alto Paraná y su desplazamiento aguas abajo.

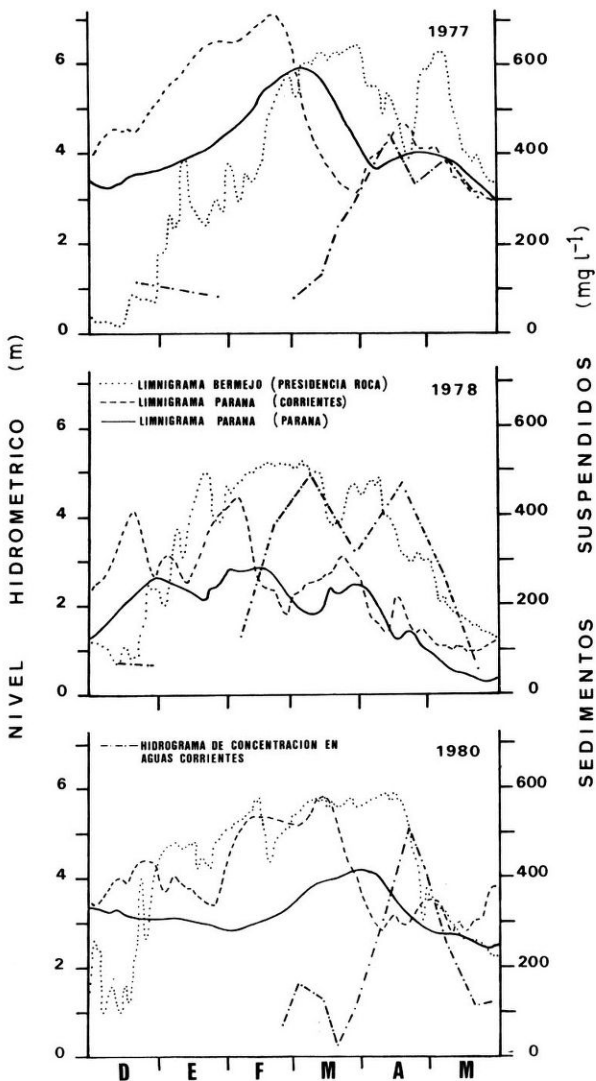


Fig. 7.- Hidrogramas de concentraciones en el Perfil Toma de Aguas Corrientes de la ciudad de Paraná (E.R.fos) y limnigramas correspondientes a los ríos Bermejo en Presidencia Roca (Chaco) y Paraná medio en Corrientes (Corrientes) y Paraná (E.R.fos). Período diciembre-mayo de 1977, 1978 y 1980.

## AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su reconocimiento al Dr. Alfonso Pujol y a la Dra. Hetty B. de Pomar por la revisión crítica del manuscrito.

## BIBLIOGRAFIA

1. Colby, B. 1963. Fluvial Sediments - A summary of source, transportation, deposition, and measurement of sediment discharge. *U.S. Geol. Surv. Bull.* 1181-A, 46 p.
2. Cotta, R. 1963. Influencia sobre el río Paraná del material sólido transportado por el río Bermejo. *Comisión Nacional del río Bermejo*, Pub. n° 92 EH, 3 p.
3. Drago, E. y Vassallo, M. 1980. Campaña limnológica "Keratella I" en el río Paraná medio: características físicas y químicas del río y ambientes leníticos asociados. *Ecología*, 4: 45-54.
4. Halcrow, W. (Ed.). 1973. Informe sobre el estudio de navegabilidad del río Paraguay al sur de Asunción (p.: 27-32, más 12 cuadros fuera de texto). En: Estudios hidráulicos e hidrológicos (Vol. II). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Paraguay-Argentina.
5. Heidel, S. 1956. The Progressive lag of sediment concentration with flood waves. *Trans. Am. Geophys. Union*, 37(1): 56-66.
6. Mazza, G. 1962. Recursos hidráulicos superficiales. *Consejo Federal de Inversiones*. Buenos Aires, Tomo 4, Vol. 1, 459 p. (Serie: Evaluación de los Recursos Naturales de la Argentina).
7. Motor Columbus y Asociados. 1979. Hidrología Básica. *Entidad Binacional Yaciretá*. Buenos Aires. Tomo 2. (Estudio de crecidas ríos Paraná y Paraguay).
8. Motor Columbus y Asociados. 1979. Aspectos relativos a la sedimentación y erosión. Informe Técnico N° 61. *Entidad Binacional Yaciretá*. Buenos Aires.
9. Piest, R. y Miller, C. 1977. Sediment sources and sediment yields (p. 437-493). En: *Sedimentation Engineering* (Vanoni, Ed.). Manuals and reports on Engineering Practice N° 54. ASCE. N. York (746 p.)
10. Scartascini, G. 1971. Caudales sedimentarios en suspensión del río Alto Paraná. Santa Fe, *V Congreso Nac. del Agua*. 22 p.
11. Soldano, F. 1947. Régimen y aprovechamiento de la red fluvial argentina. *Cimera*. Buenos Aires, 277 p.
12. Tossini, L. 1947. El río Paraguay (conclusión). *An. Soc. Cient. Argent.*, 133(6): 502-522.
13. Walling, D. 1974. Suspended sediment and solute yields from a small catchment prior to urbanization (p. 169-192). En: *Fluvial Processes in Instrumental Watersheds*. Special Publication n° 6 (Gregory y Walling, Ed.). *The Inst. of Brit. Geogr.*