

## **DINÁMICA DE FLUJO Y DISTRIBUCIÓN DE SEDIMENTOS ASOCIADA A LA PRESENCIA DE VEGETACIÓN ACUÁTICA ARRAIGADA EN CAUCES SECUNDARIOS DEL RÍO PARANÁ.**

Juan Marcos Budniewski <sup>A</sup>

<sup>A</sup> *Cientibecario de la Facultad de Ingeniería y Cs. Hídricas UNL. Laboratorio de Sedimentología Fluvial*

**Área:** Ingeniería

**Sub-Área:** Recursos Hídricos

**Grupo:** X

**Palabras clave:** dinámica del flujo, hidrófitas, Río Paraná

### **INTRODUCCIÓN**

El Río Paraná, con una descarga media anual de 18.000 m<sup>3</sup>/s y un transporte de sedimentos de 112 x 10<sup>6</sup> ton/año, se ubica entre los sistemas fluviales más grandes del mundo (Latrubesse 2008, Amsler y Prendes 2000). Presenta en su tramo medio una variedad de cauces secundarios que son diferencialmente colonizados por vegetación acuática arraigada (hidrófitas). Estudios realizados en ríos de características semejantes a los cauces secundarios del Río Paraná, demuestran influencias de las hidrófitas en la morfología (Piestch y Nanson, 2011), en la distribución de velocidades, y en la retención de sedimentos finos (Gurnell et al., 2006). Por su parte Ramonell et al. (2011) alertan sobre la intervención de la vegetación en la generación de geformas dentro de cauces del sistema. En el sistema fluvial del Paraná, estos efectos aún no han sido abordados; sólo recientemente Marchetti y Ramonell (2014) evaluaron la sedimentación asociada a las hidrófitas, no obstante sus efectos sobre la dinámica del flujo son aspectos aún no conocidos y por ello, no considerados en la hidráulica fluvial. La importancia de incorporar la ecología a la hidráulica se debe a que la vegetación podría retardar el flujo y, como resultado generar condiciones de sedimentación dentro de los cauces. En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar: la dinámica de flujo (distribuciones de caudales y velocidades), la granulometría de los sedimentos de lecho y las concentraciones de sedimento en suspensión; en sitios con y sin hidrófitas, de dos cauces del sistema fluvial del Paraná.

### **METODOLOGÍA**

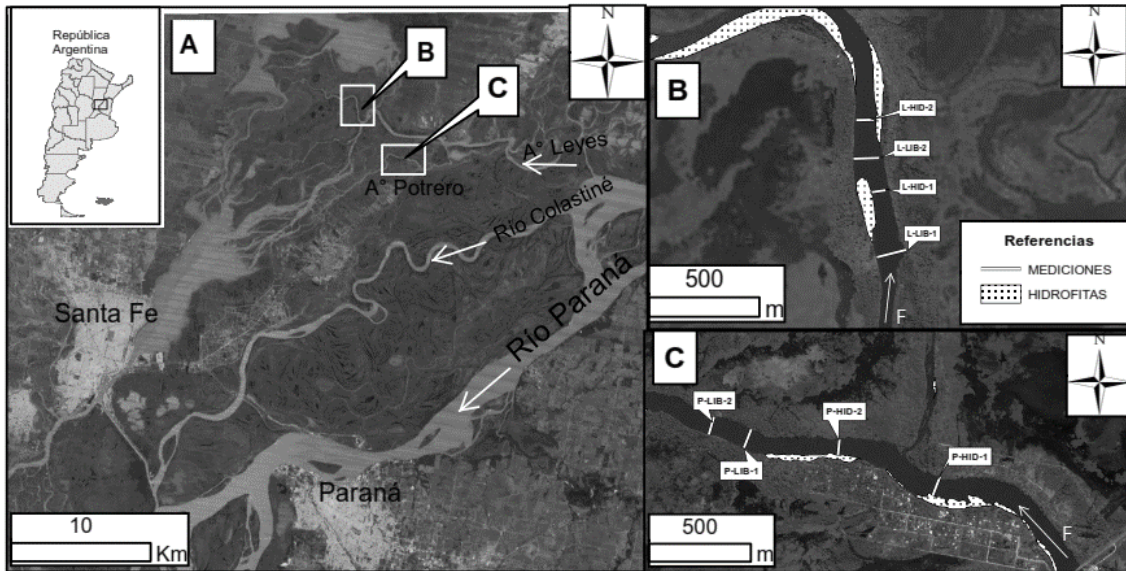
#### **Área de estudio**

Dos cauces secundarios de conexión directa e indirecta con el Río Paraná, respectivamente, fueron seleccionados para el presente estudio (Fig. 1): Arroyo Leyes (conexión directa) y el Arroyo Potrero (conectado al A° Leyes). El A° Leyes en su embocadura presenta un caudal medio anual de 1400 m<sup>3</sup>/s y el tramo seleccionado para el estudio, presenta fondo de arena con dunas y una relación ancho-profundidad de alrededor de 32,5. Por su lado, el tramo estudiado del Arroyo Potrero presenta fondo de arena con dunas y una relación ancho-profundidad de 11,5.

Proyecto: Rol de la vegetación en procesos hidro-geomorfológicos de formación de la planicie aluvial del Río Paraná: aportes a la comprensión integral de la dinámica de sistemas fluviales de ríos de llanura

Director del proyecto: Zuleica Yael Marchetti.

Director del becario: Francisco Guillermo Latosinski.



**Figura 1:** A-Ubicación de los cauces en el contexto del Río Paraná, B y C- Detalle de las secciones y ensambles de hidrófitas para los A°s Leyes y Potrero, respectivamente.

### Actividades de campo

En cada uno de los tramos mencionados se seleccionaron 4 secciones: 2 asociadas a ensambles de hidrófitas (Fig. 1 A y B; L-HID-1 y L-HID-2 en A° Leyes, P-HID-1 y P-HID-2 para el A° Potrero) y 2 libres de éstas (Fig. 1 A y B; L-LIB-1 y L-LIB-2 en A° Leyes, P-LIB-1 y P-LIB-2 para el A° Potrero). Se registraron la distribución transversal de velocidades y el caudal a través del uso de un perfilador acústico Doppler (ADCP) de 1200 kHz conectado a un GPS geodésico de alta precisión funcionando en modo diferencial con corrección a tiempo real (DGPS-RTK). Ambos equipos, junto a una sonda ecógrafa de 200 Hz, se montaron sobre una embarcación para desarrollar las tareas de campo. Para la determinación del caudal, se realizaron dos transectas en cada sección, de modo de obtener luego un promedio de ambos registros.

Se obtuvieron además, muestras del material de fondo y en suspensión a nivel superficial, tanto dentro como fuera de los ensambles de hidrófitas. Las muestras de fondo fueron extraídas con conos de arrastre, mientras que el sedimento en suspensión se extrajo por simple inmersión de botellas de muestreo. Todos los relevamientos de campo fueron realizados en Noviembre de 2015 con una altura hidrométrica de 3.5 m en el hidrómetro del puerto de Paraná, la cual representa el valor de aguas medias para el sistema del Paraná.

### Análisis de datos

La distribución de velocidades medias en la vertical fue representada en función de la distancia a margen izquierda (MI). Las muestras de agua y sedimento de fondo fueron procesadas en el Laboratorio de Sedimentología Fluvial (FICH). Se obtuvieron concentraciones de material fino para las primeras, y porcentajes de arenas y sedimentos finos (limos y arcillas) para las segundas. Todas las variables obtenidas fueron analizadas por sección considerando la presencia o ausencia de vegetación.

## RESULTADOS

La Tabla 1 muestra los caudales medidos en cada sección, el caudal que escurre por cada ensamble de vegetación, ancho de cauce ocupado por vegetación, ancho de cauce total y porcentaje del ancho ocupado por las hidrófitas. Un 46% y 34% de del ancho total de las secciones L-HID-1 y L-HID 2, respectivamente se encuentra

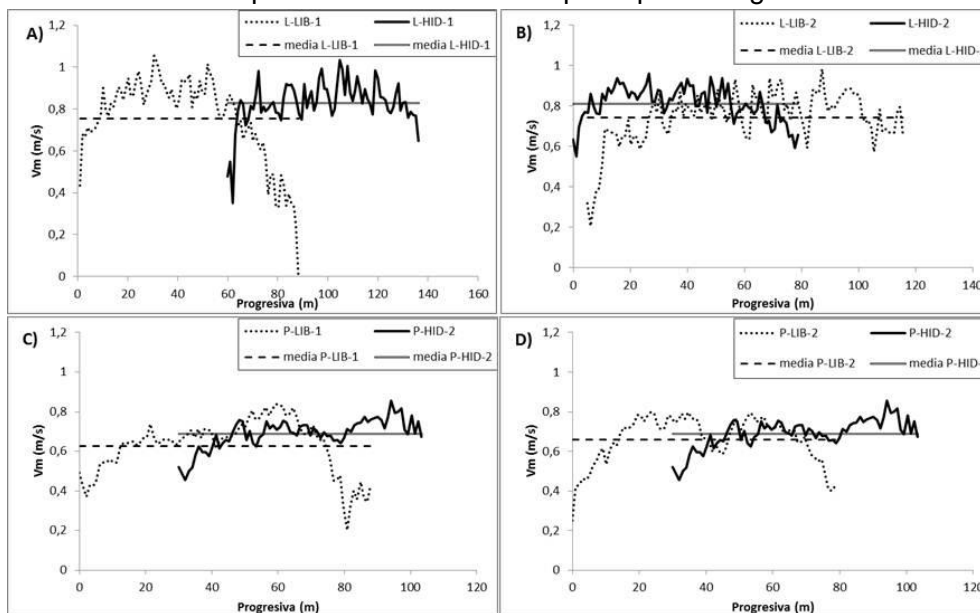
ocupado por hidrófitas. Por estas superficies escurre un 11% y un 4% respectivamente. Por su lado, en la sección P-HID-2 del A° Potrero se advierte que sólo el 10 % del caudal escurre a través del 25 % del ancho de cauce ocupado por hidrófitas. Cabe destacar que sólo P-HID-2 fue analizada en el A° Potrero debido a la pérdida de caudal no registrada aguas abajo de la sección P-HID-1 (Fig. 1 B).

SECCIÓN	Q(m <sup>3</sup> /s)	% Q <sup>H</sup>	A H (m)	A C (m)	A H (%)
L-LIB-1	272	11	0	90	0
L-HID-1	242		60	130	46
L-LIB-2	252	3	0	130	0
L-HID-2	242		50	145	34
P-HID-1	519	10	55	140	39
P-HID-2	450		30	120	25
P-LIB-1	499		0	105	0
P-LIB-2	482		0	100	0

**Tabla 1:** Variables medidas en cada sección: Caudales (Q), caudal pasante a través de hidrófitas (Q<sup>H</sup>), ancho ocupado por hidrófitas (A H), Ancho total de la sección (A C), porcentaje que representa el ancho de hidrófitas en relación al total de la sección A H (%).

El bajo caudal que atraviesa por casi la mitad y un tercio del ancho de cauce de ambos arroyos evidencia la modificación en la distribución de caudales que se origina en presencia de la vegetación acuática.

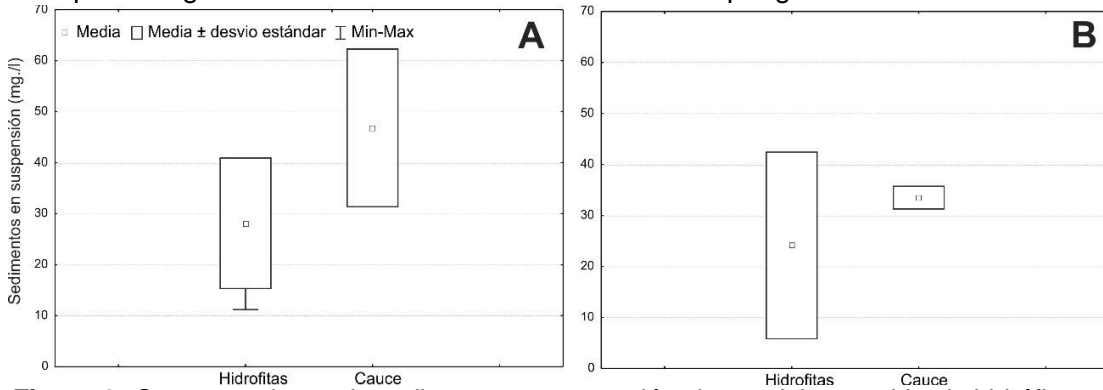
La distribución de velocidades (Fig. 2) reveló que, en el A° Leyes, éstas son menores en las cercanías de los ensambles de vegetación, mientras que sustancialmente mayores sobre la margen opuesta al establecimiento de los mismos. Por su parte, las secciones del A° Potrero no evidenciaron un patrón claro respecto de la distribución de velocidades en ambas márgenes, sin embargo, en ambos arroyos, todas las secciones con presencia de hidrófitas presentaron velocidades medias de la sección mayores que las secciones libres (líneas rectas en Fig. 2). En todos los casos, el tramo faltante de línea sólida se corresponde con el ancho ocupado por la vegetación.



**Figura 2:** Distribuciones de la velocidad media en la vertical en cada sección: A) A° Leyes, ensamble de vegetación sobre MI, B) A° Leyes, ensamble de vegetación sobre MD, C) A° Potrero, ensamble de vegetación sobre MI, (D) A° Potrero, ensamble de vegetación sobre MI.

Los resultados de la concentración de materiales en suspensión muestran que en el A° Leyes las mayores concentraciones se registran en el cauce (Fig. 3A) en tanto que en el A° Potrero esta diferencia no es tan marcada (Fig. 3B). Esta diferencia en las concentraciones en el A° Leyes puede deberse en primera instancia por adhesión del sedimento de las hidrófitas, así como también por la disminución de capacidad de

transporte originada en la disminución de velocidades que generan las hidrófitas.



**Figura 3:** Concentraciones de sedimento en suspensión dentro del ensamble de hidrófitas y en el cauce para: A) A° Leyes B) A° Potrero.

Por su parte, la composición granulométrica del material de lecho (Tabla 2) refuerza las observaciones respecto a la disminución de concentraciones y retención del material en suspensión por la vegetación. En dicha Tabla, el material de fondo para ambos cauces presenta granulometrías marcadamente finas debajo de la vegetación, en tanto que dentro del cauce el sedimento fue netamente arenoso.

Arroyos	Seccion H1				Seccion H2			
	Hidrofitas		Cauce		Hidrofitas		Cauce	
	Arena	Limos y Arcillas	Arena	Limos y Arcillas	Arena	Limos y Arcillas	Arena	Limos y Arcillas
Leyes	32,3	67,7	100	0	35,7	64,3	100	0
Potrero			99,8	0,2			99	0,5

**Tabla 2:** Porcentajes de arenas, limos y arcillas en muestras de sedimento de lecho debajo de la vegetación flotante arraigada y en el centro del cauce para A° Leyes y A° Potrero.

Los resultados, constituyen evidencia inicial de la intervención de la vegetación acuática arraigada en procesos morfológicos de cauces, modificando velocidades del flujo y generando condiciones para la sedimentación en áreas colonizadas por éstas. Tales procesos merecen ser abordados con mayor cantidad de información a los efectos de ser correctamente caracterizados e incorporados en la hidráulica fluvial.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Amsler, M. L., y Prendes, H.,** 2000. Transporte de sedimentos y procesos fluviales asociados. En el Río Paraná en su Tramo Medio. Centro de Publicaciones, Universidad Nacional del Litoral, C. Paoli and M. Schreider, eds., C.5, 233-306, Santa Fe, Argentina.
- Gurnell, A.M, Van Oosterhout, M.P, De Vlieger B,** 2006. Reach-scale interactions between aquatic plants and physical habitat: River Frome, Dorset. *Rever Research and Applications* 22, 667-680.
- Latrubese, E.,** 2008. Patterns of anabranching channels: The ultimate end-member adjustment of mega rivers. *Geomorphology*, 101, 130–145.
- Marchetti, ZY, Ramonell, CG.,** 2014. Valoración preliminar de la retención de sedimentos por hidrófitas en cauces del Río Paraná. Sexto Simp. Regional sobre Hidráulica de Ríos. Santa Fe.
- Pietsch T, Nanson G.,** 2011. Bankfull hydraulic geometry; the role of in-channel vegetation and downstream declining discharges in the anabranching and distributary channel of the Gwydir distributive fluvial system, southeastern Australia. *Geomorphology* 129, 152-165.
- Ramonell, C. G., Szupiany, R. N., Latrubesse, E. M., García, M., Pereira, M. M., Gallego, M. G, Marchetti, Z. Y., Cafaro, E. D., Paira, A. R., Latosinski, F., Bosisio, A. C., Torres, G.** 2011. Procesos de formación del río Paraná Medio. Nuevos paradigmas para su estudio. Quinto Simp. Reg. sobre Hidráulica de Ríos, CD de Trabajos. Santiago del Estero.