

DIEZ AÑOS DE MEDICIÓN DE CAUDALES EN EL DELTA DEL PARANÁ

Martín Sabarots Gerbec, Nicolás E. Ortíz y
Santiago Guizzardi

Instituto Nacional del Agua, Argentina
Argentina, +54-1156194589, mgerbec@ina.gob.ar

Introducción

El Delta del río Paraná constituye uno de los sistemas fluviales más complejos de Sudamérica, caracterizado por múltiples bifurcaciones, influencia mareal y alta variabilidad hidrodinámica. En este contexto, la medición sistemática de caudales es clave para comprender su funcionamiento, validar modelos numéricos y facilitar decisiones de gestión. Sin embargo, históricamente ha existido una escasez de datos abiertos y confiables, en parte por la falta de inversión sostenida en monitoreo.

Este trabajo presenta los resultados de más de 170 aforos líquidos realizados en 20 campañas entre 2016 y 2025 en distintos cursos del Delta. Las mediciones fueron llevadas adelante bajo el Convenio de Cooperación Técnica entre el Instituto Nacional del Agua (INA) y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), en articulación con otros actores públicos y privados.

Mediciones

Las mediciones se llevaron adelante utilizando equipos hidroacústicos ADCP (Sontek M9 y RS5), operados desde embarcaciones livianas de fibra de vidrio tipo *tracker*, con el fin de minimizar interferencias electromagnéticas en los sensores. Los soportes de montaje fueron móviles y adaptables a las distintas embarcaciones (Figura 1). En cursos menores se utilizó además un sistema *Hydroboard*.



Figura 1.- Ejemplo de montaje del ADCP

En todas las campañas se realizaron análisis de incertidumbre conforme a protocolos del USGS, obteniendo márgenes de error en los caudales entre un 5% y un 10%, según las condiciones del curso y las características de cada medición.

El acceso a embarcaciones fue posible gracias a la colaboración interinstitucional, destacándose el rol del INTA tanto en la

provisión directa de lanchas como en la articulación con otros actores locales. La Figura 2 presenta la ubicación de todos los aforos y los soportes externos con los que se contó para realizarlos.

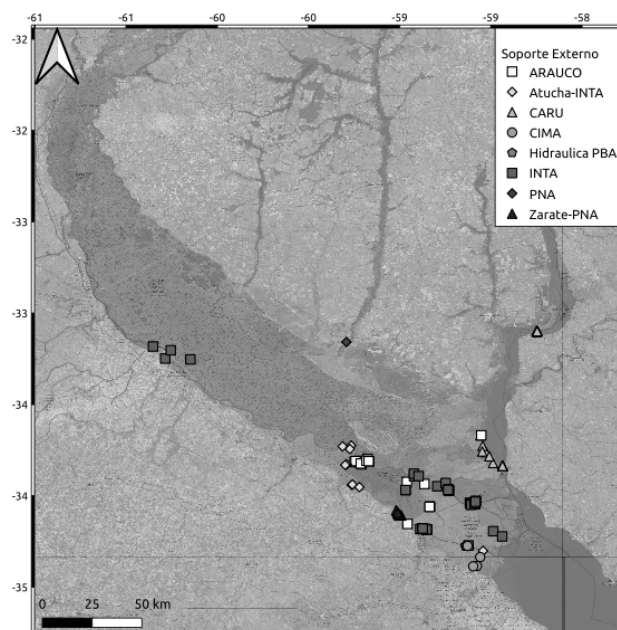


Figura 2.- Ubicación de aforos

Condiciones hidrológicas y efectos mareales

Los aforos líquidos realizados en el marco de este trabajo se distribuyeron en distintos escenarios hidrológicos, teniendo como referencia el caudal ingresante al Delta desde el río Paraná en el eje Santa Fe-Paraná (Figura 3). Del total de campañas, un 18% se efectuó en condiciones de crecida, un 40% en niveles normales y un 42% durante períodos de bajante. Entre los eventos extremos registrados, se destaca la crecida de 2016 y la bajante extrema de 2020-2022.

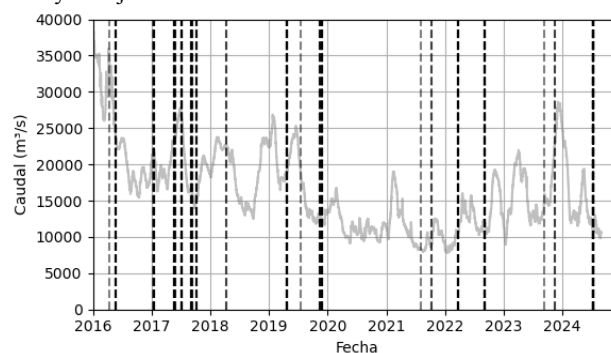


Figura 3.- Fechas de aforos y caudales del río Paraná

En lo que refiere a condiciones del Río de la Plata, solo el 2% de los aforos fue realizado en condiciones distintas a la normal (puntualmente en bajante). Con lo cual, aún en condiciones sin eventos meteorológicos significativos sobre el estuario, un aspecto destacable de estas mediciones es la identificación de la variación de caudal asociada al efecto de la marea. Los registros demuestran con claridad la capacidad del forzante mareal para modificar el sentido y la magnitud del flujo en diversos sectores del Delta.

En cursos menores, como el río Carapachay (ver Figura 4), se observaron reversiones de flujo durante un ciclo de marea normal, sin necesidad de eventos extremos. En el Paraná de las Palmas, uno de los cauces principales, se llegó a registrar un caudal nulo en coincidencia con el pico de marea alta,

evidenciando la capacidad del estuario para anular el flujo de manera temporal.

Por otra parte, en la desembocadura del río Uruguay también se detectaron eventos de reversión de flujo.

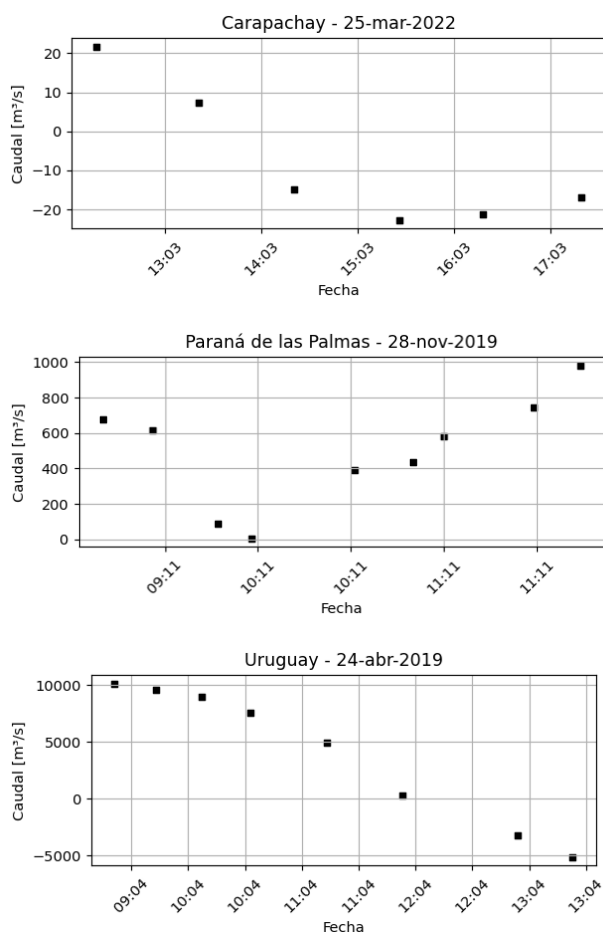


Figura 4.- Ejemplo de variación de caudal durante las mediciones.

Estos resultados confirman patrones previamente observados en modelos hidrodinámicos desarrollados para la región (Re, 2015), aportando una validación empírica basada en mediciones directas. Este aspecto resulta importante, ya que las inversiones del flujo tienen un impacto significativo en la calidad del agua, la dinámica de mezcla y el transporte de sedimentos, aspectos clave para la gestión ambiental y de navegación en la región.

Aportes a investigación

La información obtenida en las campañas de aforos realizadas entre 2016 y 2025 permitió llevar adelante un análisis detallado de la repartición de caudales en bifurcaciones del Delta del Paraná, (Sabarots Gerbec, 2018) y estudio sobre la dinámica tridimensional del flujo en curvas y bifurcaciones, utilizando parte de los datos generados en las campañas de aforo (Hergenreder, 2017).

Además, en estudios de modelación hidrosedimentológica, los datos medidos contribuyeron a la validación de modelos numéricos para el estudio de la la dinámica morfológica del sistema de canales del Delta inferior (Brok, 2022) y el estudio del frente de avance del Delta (Cortese, 2022).

Conclusiones

La medición de caudales en sistemas complejos como el Delta del Paraná requiere una combinación de capacidades técnicas, logística especializada y un conocimiento profundo del medio. Esta tarea, esencial para comprender la dinámica hidrológica y sedimentológica, no es desarrollada de manera sistemática por actores privados, ni tampoco por organismos públicos fuera de los ámbitos científicos y técnicos especializados. En este contexto, el rol del INA ha sido fundamental no sólo por sostener la realización de estas campañas de aforo durante una década, sino por garantizar que la información generada sea de acceso abierto y libre disponibilidad.

Los datos obtenidos no sólo han nutrido proyectos internos del instituto, sino que han sido empleados en estudios de consultoría externos, modelaciones hidrodinámicas, investigaciones académicas y en sistemas operativos de previsión de niveles (Guizzardi, 2022) que permiten monitorear en tiempo real el comportamiento del Delta. Por otra parte, a lo largo de estos años, técnicos y profesionales se capacitaron en técnicas de medición, procesamiento de datos y análisis de incertidumbres, desarrollando competencias que luego trasladaron a otros proyectos o instituciones. Esta transferencia de conocimiento es un valor agregado de la actividad, ya que fortalece el sistema científico y técnico nacional.

Un aspecto clave para la sostenibilidad de este tipo de trabajos ha sido la colaboración interinstitucional, donde el INTA jugó un rol destacado. A través de su red territorial y su enfoque de extensión, el INTA facilitó embarcaciones, articuló vínculos locales y permitió ampliar el alcance de las campañas, contribuyendo activamente a la integración entre ciencia, técnica y territorio.

Agradecimientos

- A colegas de EEA INTA Delta, que hacen posible las mediciones aún en condiciones muy adversas, con especial mención a Adrián Gonzales, Mauro Fernandez, Victorio Dieta, Santiago Mires entre muchos otros.
- A ex-profesionales del INA que acompañaron estas tareas, con especial mención a Martín Irigoyen, Mayra Morale y Lucas Storto
- A colegas de CARU que facilitaron logística, recursos y conocimientos: Alejandro Nardín y Alejandro Arcelus.

Referencias

- Brok, L. (2022). *Channel Network Morphodynamics in the Lower Paraná Delta*. MSc Thesis, TU Delft.
- Cortese, J. (2022). *Avance del Frente del Delta del Río Paraná: análisis de los principales factores incidentes en el proceso*. Tesis de grado en Ingeniería Civil, UBA
- Guizzardi, S., Bianchi, J., Cortese, J. E., Uriburu Quirno, M., & Sabarots Gerbec, M. (2022, June). Forecast System Implementation in the Paraná Delta. In *IAHR world congress*.
- Hergenreder, L., Irigoyen, M., Spalletti, P., Sabarots Gerbec, M. (2017). "Reconocimiento de patrones 3D en el Delta del río Paraná". *RIOS 2017, VIII Simposio Regional sobre Hidráulica de Ríos*, Córdoba, Argentina.
- Re, M., Sabarots Gerbec, M., Storto, L. (2015). "Estadística de niveles en el Delta del río Paraná mediante modelación hidrodinámica". *RIOS 2015*, Montevideo, Uruguay.
- Sabarots Gerbec, M., Re, M., Storto, L., Morale, M. (2018). "Análisis de repartición de caudales en bifurcaciones del Delta del Paraná". *IAHR XXVIII Congreso Latinoamericano de Hidráulica*, Buenos Aires.