

## MODELACIÓN HIDRÁULICA EN LOS HUMEDALES DE LOS RÍOS HUNTER Y MACQUARIE, AUSTRALIA

Gerardo A. Riccardi<sup>1,2,4</sup>, José F. Rodríguez<sup>3</sup>, Patricia M. Saco<sup>3</sup>, Franco N. Trivisonno<sup>1,2,5</sup>,  
Steven G. Sandi Rojas<sup>3</sup>, Pedro A. Basile<sup>1,2</sup>, Florencia C. Peruzzo<sup>1,2,5</sup> y Hernán R. Stenta<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Hidráulica-Escuela de Ingeniería Civil, FCEIA, UNR, Rosario, Argentina.

<sup>2</sup>Centro Universitario Rosario de Investigaciones Hidroambientales, FCEIA; UNR, Rosario, Argentina.

<sup>3</sup>Escuela de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad de Newcastle, Newcastle, Australia

<sup>4</sup>Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Argentina.

<sup>5</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Argentina, Riobamba 245 bis. S2000EKE Rosario. Santa Fe.

E-mail: riccardi@fceia.unr.edu.ar; jose.rodriguez@newcastle.edu.au; patricia.saco@newcastle.edu.au; trivisonno.franco@gmail.com; steven.sandirojas@uon.edu.au; pbasile@fceia.unr.edu.ar; flori1986@hotmail.com; hstenta@fceia.unr.edu.ar

### Introducción

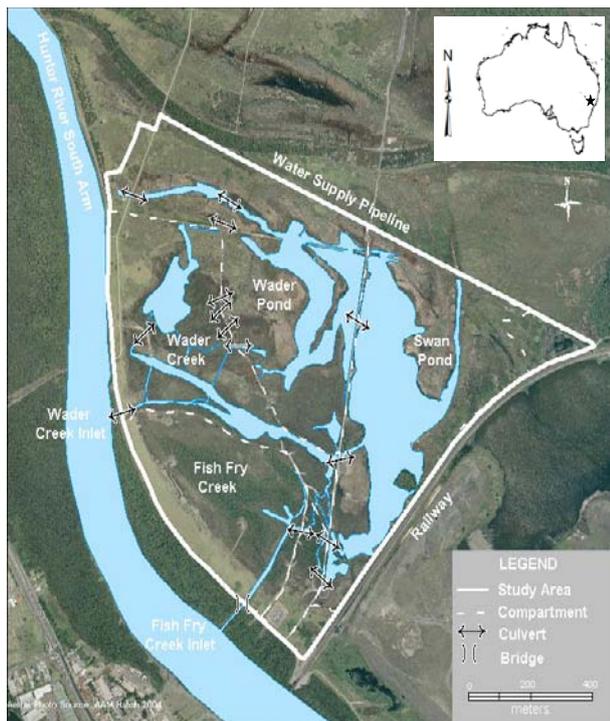
El presente trabajo describe la modelación hidrodinámica en dos humedales australianos con el fin de aportar la necesaria descripción de variables hidráulicas para el estudio de la coevolución de la hidrodinámica, la vegetación y la evolución de los cuerpos de agua. Se enmarca en un convenio bilateral no formal, de asistencia recíproca, entre el Departamento de Hidráulica de la Escuela de Ingeniería Civil (FCEIA) de la Universidad Nacional de Rosario y la Escuela de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de Newcastle (Australia). El primer caso correspondió al humedal del estuario del río Hunter en Nueva Gales del Sur (Figura 1) que exhibe una secuencia de llanuras de marea-manglar-marismas salinas, desde la costa y hacia dentro del humedal. Esta secuencia resulta de importancia para los peces del estuario (Mazumder et al., 2005) y proveen hábitats únicos para la fauna terrestre. Las predicciones para la mayor parte de la costa australiana de un aumento acelerado del nivel del mar son peligrosas para los humedales estuarinos dado que puede modificar el equilibrio entre los manglares y las marismas salinas (Saintilan y Williams, 1999). En este contexto resultó necesaria la descripción de la dinámica de las inundaciones y la interacción con el régimen de mareas, constituyendo el inicio para el análisis de la coevolución de la hidrodinámica del sistema, el suelo y la vegetación (Trivisonno et al., 2014). El segundo caso corresponde al humedal del río Macquarie (sureste de Australia) (Figura 2), conformado por un complejo sistema de marismas interconectadas, lagunas y canales entrelazados situados en la zona baja del río Macquarie, siendo de gran importancia ecológica (Sandi Rojas et al. 2014). El sitio ofrece una amplia variedad de plantas y animales dependientes del régimen de inundaciones, incluyendo bosques, pastizales, matorrales y especies de aves acuáticas y diferentes especies de peces y ranas. Durante las últimas décadas, se ha observado una reducción significativa de las condiciones del hábitat y los activos ambientales. Acciones como desvío de cursos de agua se traducen en una disminución de las áreas de inundación y frecuencia de las inundaciones, que a su vez tienen un gran impacto en la vegetación dependiente de las inundaciones. Para aportar a la solución de la problemática de la gestión del agua en el humedal Saco y Rodríguez (2013) plantearon un enfoque que integra la geomorfología, la hidrología y la ecología. Una primera etapa correspondió a la estimación de patrones de inundación y los regímenes de flujo en la planicie de inundación. En ambos casos para llevar adelante la simulación de escurrimiento superficial fue utilizado el modelo VMMHH 1.0 (Riccardi et al, 2013).

### Desarrollo del trabajo

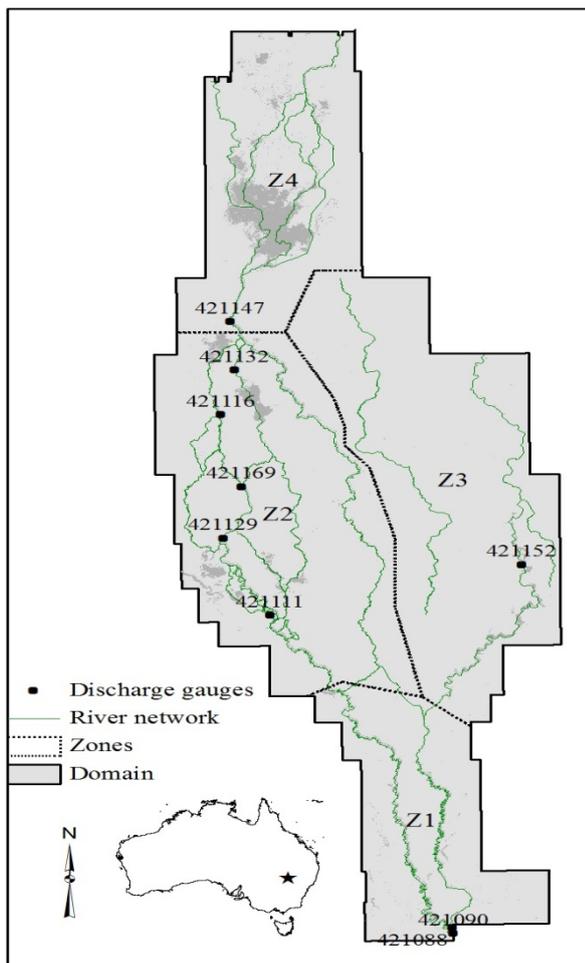
El área de trabajo del río Hunter corresponde a un humedal

rehabilitado en un estuario conocido como Área E de la isla Kooragang (Trivisonno et al., 2014). El sitio constituye un importante sitio de descanso para aves costeras que ha perdido una superficie considerable de marismas salinas debido al aumento de los niveles de agua en el estuario y a la invasión del manglar (Rodríguez y Howe, 2013). Consiste en 135 ha de una subcuenca afectada a las mareas, con dos entradas sobre el brazo sur del río Hunter: una alcantarilla de 0.45 m de ancho en Wader Creek y un canal de 8.50 m de ancho en Fish Fry Creek. El flujo interno del humedal es hidráulicamente complejo, con una serie de alcantarillas y caminos que dividen el sitio en cuatro grandes compartimientos. La constitución del modelo en el humedal del río Hunter se realizó con 3543 celdas cuadrangulares de 10 m x 10 m. El modelo digital de elevación (MDE) fue construido a partir de relevamiento LIDAR de igual resolución que la grilla. Las entradas de flujo al humedal consideradas en el modelo corresponden a las alcantarillas de Fish Fry Creek y Wader Creek y las condiciones de borde impuestas fueron relaciones altura-tiempo representando la oscilación del nivel del río Hunter debido a las mareas. El modelo fue calibrado a partir de series de niveles observados en 2 sitios dentro del humedal y luego fue aplicado en simulaciones de largo plazo de 10 años para generar la información hidrodinámica necesaria para el análisis de modificaciones de patrones de vegetación (Trivisonno et al., 2014).

El área de trabajo del humedal del río Macquarie comprende un área de 1702.45 km<sup>2</sup>, estando constituida por una compleja y entrelazada red de cursos de agua (Sandi Rojas et al. 2014). El dominio fue dividido en 4 zonas, la zona Z1 es la región más meridional, con agricultura, conteniendo dos cursos principales canalizados que fluyen hacia el norte, el río Macquarie y el canal Marebonezados. Hacia el lado oeste esta la zona Z2 donde el río Macquarie y otros cursos forman una red de canales que luego confluyen en una única corriente en la zona norte Z4. Esta zona contiene las marismas del sur, que forman un sistema dinámico. Los cursos de agua en la Z2 tienen sinuosidades elevadas con presencia de meandros, fluyendo el escurrimiento hacia la planicie de inundación. La zona Z3 se encuentra al este, donde el río Gum Cowal conduce escurrimiento hasta que se conecta con el Terrigal Creek saliendo del dominio de estudio. Al norte se halla la zona Z4 conteniendo las marismas perennes del norte. En esta zona la red se bifurca en varios cursos que luego se reconectan al río Macquarie en el norte del dominio. Se utilizó una grilla cuadrangular de 90 m siendo el MDE fue obtenido a partir del resampleo de un modelo de elevación digital LIDAR de 1.0 m de resolución. La constitución resultó en 210719 elementos. El modelo fue calibrado preliminarmente llevando a cabo simulaciones de flujos bajos, medios y altos, comparando niveles, caudales y mapas de zonas inundadas (Sandi Rojas, et al, 2014).



**Figura 1.-** Área de estudio en el humedal estuarino del río Hunter (extraído de Howe, 2007).



**Figura 2.-** Zona de estudio de humedal del Macquarie. (extraído de Sandi Rojas et al., 2014).

## Conclusiones

En la simulación de escurrimiento en el humedal del río Hunter la calibración del modelo resultó entre buena y muy buena considerando la performance global, lográndose reproducir a partir de series históricas observadas de niveles de mareas los niveles dentro del humedal con series de corta, media y larga duración. Los resultados alcanzados en los humedales del Macquarie muestran una buena-muy buena performance en la reproducción de series observadas de niveles para flujos medios y altos, en tanto que se verifican tanto sub como sobrestimaciones de caudales y extensiones de áreas inundadas. La subestimación de extensión de áreas inundadas fue particularmente importante para eventos de altos flujos a causa de la incerteza en el flujo entrante. En el caso de eventos con flujos bajos existe una sobrestimación de caudales debido a la incertidumbre respecto a la no incorporación de infiltración continua. En futuros trabajos se estima alcanzar la simulación continua de flujo generando la base hidrodinámica para estimar transporte de sedimentos y retroalimentación desde cambios en la vegetación bajo un enfoque ecogeomorfológico del problema

## Referencias bibliográficas

- Mazumder, D., Saintilan, N. & Williams, R. J. (2005). "Temporal variations in dish catch using pop nets in mangrove and saltmarsh flats at Towra Point, NSW, Australia". *Wetlands Ecology and Management*, 13: 457-467.
- Riccardi, G., Stenta, H., Scuderi, C., Basile, P., Zimmermann, E. y Trivisonno, F. (2013). "Aplicación de un modelo hidrológico-hidráulico para el pronóstico de niveles de agua en tiempo real". *Tecnología y Ciencias del Agua*, IV, (1):83-106.
- Rodríguez, J.F. & Howe, A. (2013). "Estuarine Wetland Ecohydraulics and Migratory Shorebird Habitat Restoration.Ecohydraulics". *An Integrated Approach*, Maddock, L., Harby, A., Kemp, P., Wood, P. (Eds.). J. Wiley and Sons, UK, 375-394.
- Saco, P.M., & Rodríguez J.F. (2013). " ModelingEcogeomorphic Systems". *Treatise on Geomorphology, Vol 2, Quantitative Modeling of Geomorphology*, Shroder John F. (Ed. in-chief), Baas, Academic Press San Diego, pp. 201-220.
- Saintilan, N. & Williams, R. J. (1999). "Mangrove transgression into saltmarsh environments in south-east Australia". *Global Ecology and Biogeography*, 8: 117-124.
- Sandi Rojas, S., Rodríguez J., Saco P., Riccardi G.,Stenta H., Basile P., Wen L. & Saintillan N. (2014). "Simulation of floodplain flows to asses habitat requirements in the Macquarie Marshes". *Int. Conference on Fluvial Hydraulics*, Lausanne, Switzerland.8p.
- Trivisonno, F., Peruzzo F., Riccardi G., Rodriguez J., Saco P., Stenta H. y Basile P., (2014). "Experiencias de modelado hidráulico de humedales estuarinos: río Hunter (Australia)", *IFRH 2014*, Ezeiza. 13p.