

AVULSIÓN Y RECTIFICACIÓN DE MEANDROS: CONSIDERACIONES PARA SU PREDICCIÓN

Carlos G. Ramonell y Mario L. Amsler

Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Universidad Nacional del Litoral (FICH, UNL)

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

CC 217 (3000) Santa Fe, Argentina

E-mail: ramonell@fich1.unl.edu.ar, mamsler@fich1.unl.edu.ar

Introducción

Los procesos y morfologías asociados a fenómenos de avulsión y rectificación de meandros no son ignorados por los ingenieros fluviales. Por lo común, la base de tal conocimiento procede de síntesis surgidas de la literatura geológica (geomorfológica o estratigráfica), que aunque permiten visualizar esos fenómenos una vez ocurridos (e.g., cauces abandonados), son en cierto modo poco fiables, cuando de anticiparlos se trata. Si bien la temática comenzó a atenderse bajo un enfoque racional en los años '90, todavía se carece de herramientas para predecir *dónde* un cambio “brusco” de la ubicación del cauce tendrá lugar en el tiempo, a partir de datos asequibles en estudios aplicados ordinarios.

En ese marco, aquí se expone parte de la experiencia de los autores en este campo, con la presentación de casos que cubren una amplia variedad de situaciones, y donde el énfasis es puesto en la observación cuidadosa de geoformas en el entorno y el lecho de los ríos. La contribución es continuidad del trabajo de Ramonell y Amsler (2002), en el que por razones editoriales de extensión el tema fue sucintamente indicado en cuatro (de los quince) tópicos de análisis propuestos.

Presentación de Casos

Río Salado (del Norte). El río Salado ($Q_{\text{módulo}}$: 146 m³/s; $Q_{\text{máximo}}$: 2672 m³/s, para la serie 1953-1999) es un cauce meandriforme irregular, de ondas generalmente tortuosas y asimétricas. Su estabilidad en planta fue evaluada en FICH-INA (1998, en Ramonell y Amsler, 2002), aguas abajo de la autopista Santa Fe – Rosario (km 11 del cauce). Allí se estableció que la deriva del río por expansión y traslación de meandros era menor, con una tasa media de 0,7 m/año. Sin embargo, la identificación de meandros abandonados en diferentes estadios de colmatación aguas arriba del km 11 influyó para ampliar el análisis hasta el km 50 (traza de Ruta 70, Fig. 1), e incorporar un mapa de elementos y procesos geomorfológicos basado en la interpretación de fotos aéreas (1:20.000) de 1974, que cubrían el total del área.

Tal fuente permitió dilucidar que cuatro de siete tramos del río fueron abandonados mediante avulsiones y rectificaciones por desborde (una de ellas ocurrida entre los años '20 y '70, y las otras con anterioridad), siendo los demás casos de meandros estrangulados, antiguos. Al conjunto se le agregaba un sector de cauce en vías de abandono hacia 1974, aguas abajo de la Ruta 70 (Fig. 1a).

El mapa geomorfológico puso en relieve que el río está flanqueado por albardones en toda su longitud, cortados localmente por surcos de desborde. Aquellas geoformas determinan la existencia de pantanos tras-albardón en la planicie afectada por las crecidas ordinarias, que ocupan un 70 % de su superficie. El cauce alcanza sucesivamente extremos opuestos de tal planicie, donde los surcos de desborde están mejor desarrollados. La lectura del mapa bajo el principio de sustitución tiempo-espacio sirvió para

sugerir un esquema de evolución de las avulsiones, en el que su fase inicial es la aparición de surcos de desborde en los límites de aguas arriba y abajo de los pantanos tras-albardón, con sentidos de flujo contrarios, primero, que luego se unen y jerarquizan en sucesivas crecidas, lo que es favorecido por la mayor pendiente del tramo.

Así, el estudio de estabilidad morfológica enfatizó la importancia de las inundaciones en los cambios en planta del cauce, indicando que el potencial de rectificaciones dependía del desarrollo hidrológico futuro, ya que las rutas de avulsión estaban, en diferente grado, establecidas. En tal sentido, la Tabla 1 ofrece una versión actualizada del análisis de anegamientos del valle del trabajo original (asumiendo para el cauce una capacidad de conducción “constante” de 300 m³/s), mientras que la Fig. 1(b) muestra el despliegue de avulsiones hacia el año 2000, donde cinco de los seis nuevos canales siguen los bordes de la planicie de inundación ordinaria.

Tabla 1.- Evolución de tiempos de funcionamiento de la planicie de inundación del río Salado.

Período	Meses de valle anegado - (y % del período)	Meses con $Q_{\text{medio}} > 500 \text{ m}^3/\text{s}$	Meses con $Q_{\text{medio}} > 1000 \text{ m}^3/\text{s}$
1953-70	7 – (3,2)	0	0
1971-80	16 – (13,3)	4	3
1981-87	22 – (26,2)	2	0
1993-99	15 – (17,9)	7	2

Río Paraná (cauce principal). Con un $Q_{\text{mód}}$: 14100 m³/s y $Q_{\text{máx}}$: 39150 m³/s (serie 1904-2000) en el puerto homónimo (km 601, Fig. 2), este cauce es entrelazado de thalweg sinuoso, propenso a la formación de bancos y a la meandrificación del thalweg, con corrimientos de margen del orden del Dm/año y Hm/año. Uno de los estudios realizados fue en la zona de emplazamiento del Túnel Subfluvial “Hernandarias” (FICH, 1997, en Ramonell y Amsler, 2002), en cuyo análisis de estabilidad morfológica se emplearon, entre otras, batimetrías de detalle (1:5.000) relevadas en ocho años del lapso 1905-1996, en el tramo entre los km 616 y 602.

En el sector de aguas arriba del estrechamiento que precede al Túnel pudo constatar una deriva sostenida del thalweg hacia margen derecha, con tasas medias de 63 m/año, iniciada entre 1960 y 1972 de acuerdo a la cartografía tratada. En ese registro, y en un sitio ocupado por un banco lateral hacia 1960, se advirtió la aparición de una depresión lineal en el lecho conectada al thalweg en el estrechamiento de aguas abajo, y extendida próxima a la margen izquierda hasta ca. del km 614, donde finalizaba con un talud “de cabecera” de 1:20. La evolución de este surco de erosión subacuático, de profundidades superiores a la del thalweg en idénticas secciones, se midió en los registros posteriores notándose un agrandamiento “hacia atrás” en 1996, año en el que las velocidades locales del flujo igualaban a las del thalweg. Esto determinó que en el informe final se recomendara el monitoreo sistemático del área, ante la eventualidad de un cambio “súbito” de la ubicación del thalweg, como ocurrió al término de la gran crecida de 1998 (Fig. 2).

En estudios posteriores sobre batimetrías ejecutadas en el siglo XX, se han identificado surcos como el descrito en distintos tramos del Paraná Medio, donde han ocurrido rectificaciones del thalweg según sus trazas. Aquí, la singularidad del caso expuesto es que el cambio de posición no provocó un acortamiento local de la longitud del thalweg sino lo contrario, como lo ilustra la Fig. 2.

sitios de rectificación o avulsión son mínimas. Una particularidad del sistema es la gran lentitud en la que progresan tales fenómenos, con cortes que han quedado “congelados”, sin cambios en los últimos cien años.

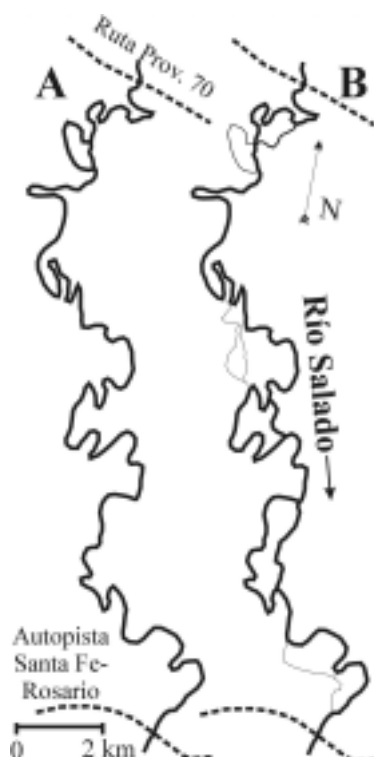


Figura 1.- Trazas del río Salado en 1974 (a) y 2000 (b). El grosor del trazo indica la importancia de los cauces en cada año.

Río Colastiné. Este curso meandriforme ($Q_{mód.}$: 1686 m^3/s ; $Q_{máx.}$: 6846 m^3/s , para la serie 1904-2000) es un brazo secundario del Paraná, en el cual se han registrado tasas de corrimiento lateral de hasta 25 m/año, a la par de un complejo historial de avulsiones y rectificaciones en los últimos 65 años (Fig. 2). Sus características de movilidad y transporte sedimentario le han permitido edificar una planicie fluvial “rugosa”, en la que cauces abandonados y espiras de meandro se reconocen por doquier en una faja que alcanza los 10 km de anchura.

Dos de los cinco cambios del río mostrados en Fig. 2 se examinaron en detalle en FICH (1998, en Ramonell y Amsler, 2002; 2003), con el auxilio de una amplia serie de fotos aéreas y batimetrías. Si bien el conocimiento adquirido fue dispar, la información reunida indica que una condición necesaria para el progreso de esos cambios en el Colastiné es la existencia de rutas de desborde pre-establecidas en la planicie, como canales menores o bajíos entre espiras (en este caso, con una orientación determinada respecto de la del cauce).

Así, la evaluación sistemática de esas geoformas desde una imagen aérea actual posibilitaría aislar tramos con diferente grado de susceptibilidad a la avulsión o a la rectificación por desborde, como el que se presenta en forma de mapa en la versión completa de este trabajo.

Río San Javier. Este curso ocupa una posición marginal en el valle del Paraná al norte del Colastiné, y su patrón varía entre meandriforme y anastomosado en tramos cortos. Su estudio se inició recientemente, aparentando ser un caso en el que las posibilidades de pronosticar