

ESTUDIO DEL RÍO BERMEJO EN LA ZONA DE PUENTE LAVALLE

José Daniel Brea, Pablo Spalletti, Marcelo García, Carlos Ramonell

Laboratorio de Hidráulica - Instituto Nacional del Agua (INA), Argentina

E-mail: dbrea@ina.gov.ar - pspallet@ina.gov.ar

Introducción

El río Bermejo en su tramo inferior presenta una notable actividad fluviomorfológica, que ha sido motivo de numerosos estudios y trabajos de investigación (Brea, Spalletti, 2009). Proyectar una obra de infraestructura en este río (por ejemplo, un puente), requiere la ejecución de estudios básicos que, en alguna medida, exceden los tradicionales para este tipo de emprendimientos.

Se presentan los estudios realizados para analizar el comportamiento morfológico en planta del río Bermejo Inferior y su impacto en la infraestructura, con una aplicación directa al caso del puente de Puerto Lavalle, continuamente afectado por procesos erosivos en ambas márgenes, a causa de la evolución de los meandros del río en la zona. Los estudios de base principales consistieron en un análisis multitemporal de imágenes satelitales, un estudio geomorfológico, y la aplicación de un modelo de evolución de meandros.

Análisis multitemporal de imágenes

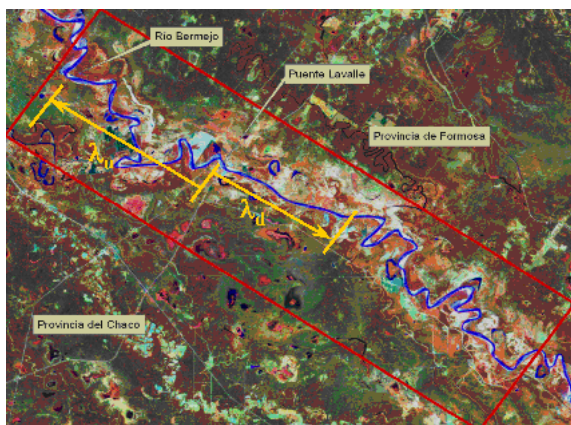


Figura 1.- Área de estudio.

El estudio multitemporal de imágenes permitió conocer la conformación del cauce del río Bermejo en la zona para distintas épocas, tarea básica para aplicar el modelo de migración. Fue realizado a partir de una serie histórica de imágenes satelitales y fotografías aéreas que cubrieron el período de 1962 a 2005. En la Figura 1 se muestra la zona en estudio.

Estudio geomorfológico.

El estudio geomorfológico apuntó a la descripción de las divagaciones recientes del cauce. A partir del tratamiento de imágenes aéreas y cartas topográficas, se analizaron los cambios de posición de la planta del río Bermejo a nivel zonal y localizado. El examen zonal de las divagaciones del cauce consideró las sucesivas posiciones de su eje geométrico en una longitud recta del río de 65 km. En la Figura 2 se muestra la envolvente de todos los ejes de cauce considerados en el estudio zonal.

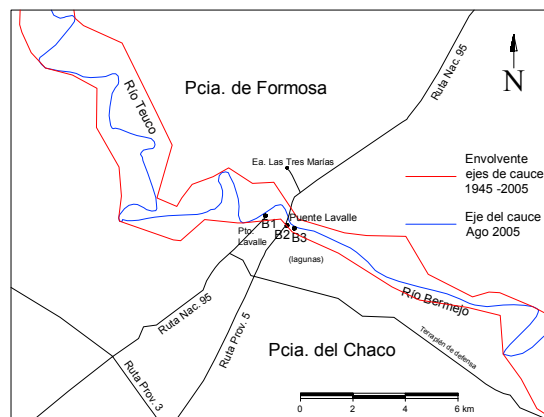


Figura 2.- Envolvente de posiciones de ejes del cauce del río.

En cuanto al estudio local de las migraciones del cauce, en la Figura 3, se muestran las posiciones de las márgenes fluviales entre los años 1962 y 1984.

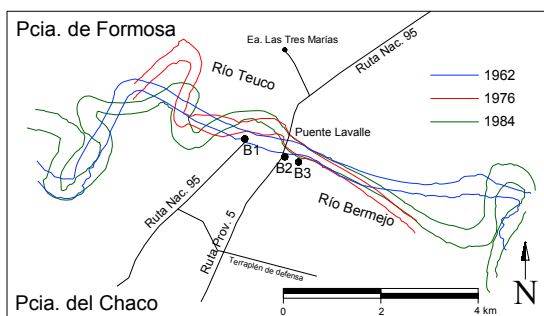


Figura 3.- Comparativo posiciones márgenes, 1962-1976-1984.

El estudio geomorfológico permitió identificar la presencia de un tramo recto del río aguas abajo del puente. Sumando mediciones desde los registros cartográficos utilizados, se obtuvieron valores de las longitudes del río con las que ha permanecido con patrón recto aguas abajo del Puente Lavalle, en los últimos 60 años.

La persistencia y el incremento en longitud del tramo recto en el contexto del patrón y morfodinámica meandriforme del Bermejo, permiten asociar ambas características a una forma de control morfológico ejercido por el Puente Lavalle, desde su construcción. Con una luz original de 285 m, el puente significó una reducción de casi 60 % respecto del ancho modelado por las divagaciones recientes del río en el sector. La luz actual del cruce es cercana a los 400 m.

En la Figura 4 se presenta la faja de divagación de meandros del río Bermejo, a partir de la interpretación geomorfológica de las imágenes utilizadas. Interesa destacar que, en el sitio donde se encuentra el puente, la faja se angosta localmente a unos 2000 m, o sea, más de la mitad de lo que posee en sus entornos de aguas arriba y abajo.

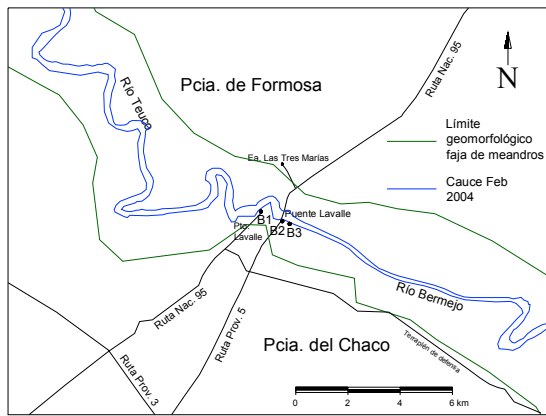


Figura 4.- Faja de divagación de meandros..

Modelo de divagación de meandros. Aplicación al caso de Puente Lavalle.

Se utilizó el modelo matemático RVR Meander (Abad y García, 2006), que ha sido desarrollado para caracterizar y analizar la migración de meandros en ríos, lo que permite conocer la tasa de desplazamiento transversal y longitudinal del cauce entre otros parámetros. El análisis de migraciones permite simular el desplazamiento del río a través del tiempo, basado en un modelo hidrodinámico simplificado acoplado con un modelo de erosión de márgenes.

El estudio se concentró en el análisis de los procesos morfológicos a mediana escala temporal relativos a la evolución del río Bermejo, y de la influencia del puente localizado en Puerto Lavalle en la migración de meandros. Se utilizó para la implementación del modelo toda la información básica disponible.

El puente actúa como punto de fijación local del cauce, apreciándose dos longitudes características de influencia: una aguas arriba del puente, de longitud λ_u , que representa la región en donde, por efecto de la condición de fijación de la estructura, la libre migración de los meandros es restringida cerca del puente, con cambios en la curvatura y orientación de los meandros; y otra aguas abajo del puente, de longitud λ_d , que representa la región donde las migraciones laterales de los meandros preexistentes han sido casi completamente eliminadas.

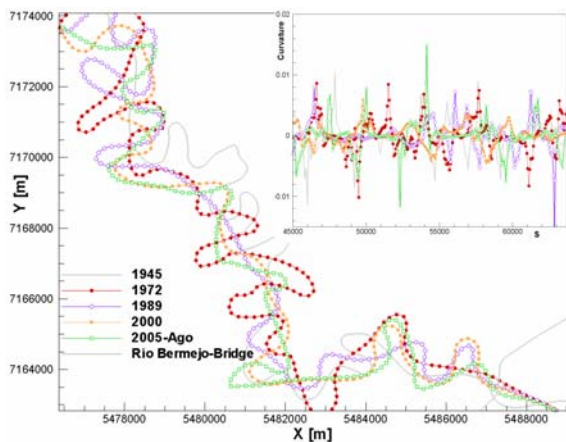


Figura 5.- Curvaturas aguas arriba del puente

A partir de la digitalización del talweg del río para las distintas fechas, y tras su posterior post-procesamiento mediante los correspondientes módulos del modelo, se procedió a realizar el análisis estadístico de la evolución

del río. En la Figura 5 se presenta el análisis de las curvaturas en función de las progresivas en el tramo de río localizado aguas arriba del puente, el que se emplea en correspondencia con la progresiva 63700 metros.

El puente funciona como un elemento de fijación, condicionando la migración lateral del cauce. Este control impide que los meandros migren hacia aguas abajo en correspondencia con el puente, pero la inercia del sistema hace que a una cierta distancia el río continúe con su evolución natural provocando una suerte de apilamiento de los meandros, que progresivamente van incrementando su curvatura. Este proceso se desarrolla hasta que la curvatura es tal que ante el pasaje de una crecida se produce el corte de uno de los meandros, momento en el cual comienza a desarrollarse un nuevo ciclo. Aguas abajo del puente se desarrolla un proceso inverso: en un tramo extenso del río no se observan migraciones laterales.

El modelo de migración se implementó desde la sección del puente, hasta una longitud de río de aproximadamente 20 kilómetros. La Figura 6 muestra el resultado para una corrida desde el año 1993 hasta 1997. Pueden observarse los buenos resultados obtenidos.

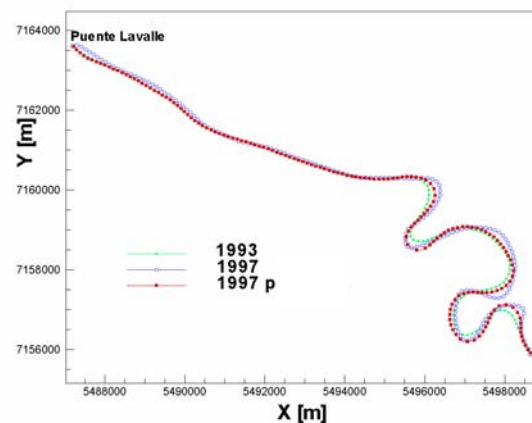


Figura 6.- Migración de meandros aguas abajo 1993-1997

Conclusiones

El proyecto y construcción de obras en ríos con gran actividad fluviomorfológica, como el Bermejo en su tramo inferior, requiere especial atención, debiendo realizarse estudios específicos que permitan diseñar obras que cumplan con los objetivos buscados, en las mejores condiciones técnicas y ambientales. Soluciones de problemáticas complejas como las planteadas, con concepciones simples, que no contemplan toda la física de las variables en juego, seguramente darán lugar a obras con alto grado de riesgo, que no cumplan con los fines buscados.

Referencias Bibliográficas

- Abad J. D., García, (2006). *RVR Meander: A toolbox for re-meandering of channelized streams*. F Computers & Geosciences, 32: 92-101.
- Brea J. D., Spalletti, P.; (2009). *Los Sedimentos del Río Bermejo*. PEA. Organización de Estados Americanos (OEA) (en prensa).