



ID de la contribución : 42

Tipo : no especificado

## Cambios en las geoformas fluviales de un tramo urbanizado del arroyo la Ventana (Buenos Aires) mediante el uso de TIG

**Palabras Clave:** Geomorfología fluvial; análisis multitemporal; urbanización; TIG

### Introducción

Los cursos fluviales forman parte de un sistema natural evolutivo y complejo, en el cual las acciones de erosión, transporte y sedimentación actúan conjunta e interdependientemente hacia un equilibrio de su perfil longitudinal (Kondolf y Piégay, 2003; Charlton, 2008; Munro, 2010; Díaz-Redondo, et al., 2018). A lo largo de su evolución, el sistema se ajusta y modifica sus dimensiones hacia un nuevo estado, compatible con el entorno. Para comprender el comportamiento del curso es importante conocer esta dinámica, cuales son los procesos y las relaciones que intervienen, cuál es el grado de estabilidad – inestabilidad para, de esta manera, prever tendencias a futuro con miras a una mejora en su gestión (Boothroyd et al., 2020; Jouravlev, Matus y Gil Sevilla, 2020; Lawson, 2021).

En los trabajos vinculados a la temática, se ha demostrado que las variables que influyen en la evolución morfodinámica de los cursos fluviales se atribuyen a numerosos factores y procesos naturales, pero también a las acciones antrópicas. Por ejemplo, Long et al. (2021) combinaron imágenes multitemporales para analizar como los distintos factores naturales y humanos han afectado la evolución morfodinámica de las barras del río Yangtze. Por su parte, Rhoads, Lewis y Andresen (2016) estudiaron la influencia humana en los paisajes fluviales en sectores agrícolas intensivos en la cuenca del río Sangamon. Identificaron cambios inducidos en la extensión de los canales y la forma de planta de los mismos. En Brasil, Breda y Pupim (2021) aplicaron técnicas geomorfológicas y sedimentológicas para investigar los efectos de los distintos factores ambientales en la evolución de la dinámica fluvial del río Tietê superior y medio durante el Cuaternario tardío. Del mismo modo, Roy, Tandon y Singh (2021) estudiaron la evolución del drenaje en un paisaje fluvial que albergaba un sistema de “ríos perdidos” en las llanuras de Punjab-Haryana, noroeste de la India relacionando dichos cambios a posibles variaciones en la tectónica y a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos de gran magnitud.

En el área de estudio, la cuenca del arroyo la Ventana, provincia de Buenos Aires, se localiza una urbanización cuyos orígenes se remontan a finales de la década de los '70 pero que, en los últimos años, está atravesando un proceso de revalorización turístico. Esta localidad se encuentra situada sobre las márgenes de un tramo del arroyo ocupando parte de la llanura de inundación. Debido a ello interrumpe y elimina formas fluviales hecho que propicia la generación de cambios en la dinámica fluvial del área. Por ello, el objetivo del trabajo es identificar y cuantificar la variación de las formas fluviales en un tramo urbano del arroyo la Ventana para el período 1981- 2021. Esta investigación constituye una primera aproximación al reconocimiento y análisis de los cambios en las geoformas y los procesos fluviales y se fundamenta en la idea de que el estudio de la evolución de las formas fluviales es importante para establecer pautas de manejo a futuro con miras a una gestión adecuada del espacio fluvial.

### Área de estudio

La cuenca del arroyo la Ventana se ubica en el partido de Tornquist, suroeste de la provincia de Buenos Aires. Nace en las Sierras de la Ventana y junto con otros tributarios forma parte de la cuenca alta del río Sauce Chico. La cuenca posee 114 km<sup>2</sup> de superficie y sus alturas varían entre los 1.134 m s.n.m. y los 407 m s.n.m. (Figura N° 1).

Climatológicamente, la región queda comprendida en la franja zonal de clima templado pampeano, con veranos e inviernos bien marcados y primaveras y otoños moderados (Campo de Ferreras et al., 2004). Distintos

factores como la continentalidad, la exposición a los flujos de aire dominantes y el efecto topográfico, le otorgan a la dinámica climática del área una variabilidad tanto espacial como temporal de las condiciones de precipitación (Campo de Ferreras et al., 2004). Esto se traduce en una alternancia de episodios extremos húmedos y secos cuya frecuencia, duración e intensidad es muy variable en espacio y tiempo (Casado y Campo, 2019). A escala local, el Sistema orográfico de las Sierras de la Ventana genera una sobreexcitación orográfica en las precipitaciones zonales del orden de los 110 mm y una variabilidad espacial en los montos de precipitación en vertientes opuestas (Zapperi et al., 2007; Gentili y Gil, 2013).

El cauce principal presenta aproximadamente 15 kilómetros de longitud. En particular el tramo seleccionado se caracteriza por presentarse seco la mayor parte del año, solo es ocupado por agua en momentos de precipitaciones torrenciales que derivan en eventos de crecidas, consecuencia directa de los eventos hidrometeorológicos extremos característicos de esta región. En el sector medio del tramo se encuentra la localidad de Villa Serrana La Gruta que junto con San Andrés de la Sierra conforman dos pequeñas localidades con un importante auge turístico fomentado en los últimos años.

### **Materiales y métodos**

La identificación y digitalización de las geoformas y la urbanización del año 1981 se realizó mediante interpretación visual de fotografías aéreas (escala 1:20.000). Las geoformas fluviales y los sectores urbanizados correspondientes al año 2005 y 2021 se identificaron y digitalizaron visualmente a partir de imágenes satelitales de alta resolución espacial extraídas de Google Earth Pro®. El tramo fue seleccionado porque corresponde al sector urbanizado del curso fluvial y la selección del periodo temporal estuvo sujeta a la disponibilidad de estas fuentes, que constituyeron el insumo fundamental para el análisis geomorfológico multitemporal. El criterio utilizado para la zonificación de las geoformas fluviales es el planteado por Pedraza Gilsanz (1999) con la consideración del criterio propuesto por Calle, Alho y Benito (2017) que hace referencia a la dinámica de las barras diferenciando la barra activa (sin vegetación) de la barra inactiva (o vegetada). La leyenda geomorfológica fue tomada de la representación de elementos geomorfológicos propuestos por Peña Monné (1997). La digitalización y organización de los datos, así como la elaboración de la cartografía geomorfológica, se realizó en el software ArcGIS®.

### **Resultados**

Los resultados obtenidos muestran que los cambios más importantes en las unidades morfológicas del tramo seleccionado, para la escala témporo-espacial, utilizada están asociados principalmente a variaciones en el tamaño de unidades morfosedimentarias, puntualmente de las barras vegetadas (figura N° 2). En el año 1981 las barras activas prevalecieron sobre las barras estables o vegetadas, que solo se cuentan con 3 m<sup>2</sup> respecto a los 54,8 m<sup>2</sup> de las primeras. En el año 2005 se observa que esta relación se invierte ya que las barras vegetadas ocupan mayor superficie que las barras activas y en el año 2021 la barra estable aumenta más del triple de superficie respecto al año 2005 (Tabla I). El cauce y la llanura de inundación presentaron variaciones en su superficie a lo largo del período analizado. Respecto a esto, Allan (1995) sugiere que es conveniente asociar los cambios espaciales de las formas fluviales mayores con la escala temporal aproximada en que ocurren. Para que se produzcan ajustes en estas unidades del curso, probablemente se requiera de cambios tectónicos o de un cambio climático capaz de alterar el régimen hidrológico de la cuenca. A pesar de esto y paralelo a esta dinámica natural, en el caso de que se identificaran cambios en estas unidades en escalas cortas de tiempo, estos pueden estar originados o acelerados por la acción antrópica. Este es el caso del sector urbanizado del curso fluvial, donde se observa comparativamente entre los tres años, como el avance de la urbanización se llevó a cabo sobre las márgenes del arroyo en detrimento de la llanura de inundación. Este puede ser uno de los principales motivos de la reducción de su superficie entre 1981 y 2005 (226 m<sup>2</sup>).

Por su parte, la superficie del canal no varió en relación con el resto de las geoformas. Cabe mencionar que su superficie está determinada por la disponibilidad de agua en el tramo ya que fue considerado como “canal” el sector del cauce ocupada por agua en la fecha de las imágenes utilizadas como referencia. Por lo tanto, se puede suponer que ésta varía según se trate de un periodo seco o húmedo el que caracterice la fecha seleccionada. Respecto a los canales abandonados, se observa que en la actualidad las áreas se redujeron significativamente. Frente a esto, Shields y Copeland (2006) afirman que, desde un punto de vista sedimentológico, los canales abandonados o inactivos actúan como zonas de captación de sedimento dentro de la llanura de inundación, registrando las facies sedimentarias de las sucesivas inundaciones, desde el momento de abandono hasta su relleno completo. Esta reducción en las áreas podría estar asociada a estos procesos de acreción y los canales haber sido rellenos por sedimento acumulado lo que originó el levantamiento del nivel del lecho (Rosguen, 1996; Munro, 2010).

Respecto al aumento de vegetación que se observa, cabe destacar que la composición y estructura de la vegetación de ribera está estrechamente vinculada a la variabilidad hidrológica natural y a la variación de los parámetros ambientales (Han y Brierley, 2020; Jerin, 2020; Kasprak, Sankey y Butterfield, 2021). En algunos casos puede contribuir a la estabilidad de las márgenes y de las barras de los cursos, pero puede también favoreciendo la meteorización biológica, por ejemplo, en zonas de escarpes o terrazas. En el tramo analizado, existen aumentos significativos en la vegetación ribereña tanto en densidad como en distribución. El aumento en las áreas de barras vegetadas sugiere una tendencia del tramo del arroyo hacia la estabilidad, principalmente aguas abajo de la urbanización, donde la pendiente disminuye y, por lo tanto, la depositación del material sedimentario favorece la colonización de la vegetación ribereña.

## Conclusiones

Del análisis de los resultados obtenidos es posible concluir una evolución geomorfológica del arroyo hacia la estabilidad de las unidades morfosedimentarias menores, principalmente en lo que refiere al aumento de la superficie de las barras vegetadas. Se observó que hubo cambios significativos en las unidades morfológicas fluviales mayores, aunque fueron relativamente menores respecto al resto de las unidades y esto puede estar vinculado a la escala temporal utilizada. Sin embargo, en lugares donde se identificaron modificaciones directas en la llanura de inundación y en los cauces, estos fueron consecuencia de modificaciones antrópicas introducidas por el avance urbano hacia el curso fluvial.

El análisis multitemporal de imágenes históricas y actuales permitió comprobar cambios directos observables en el tramo urbanizado. Sin embargo, para establecer los motivos de otros cambios indirectos observados como, por ejemplo, el aumento de la superficie de las barras y la vegetación ribereña, será necesario indagar y profundizar cuales fueron las condiciones hidrometeorológicas y climáticas que caracterizaron el período utilizado para el análisis multitemporal. El trabajo constituye una aproximación preliminar al estudio de los ajustes morfológicos del sistema fluvial en relación con el avance de una urbanización. Esto permitirá contar con herramientas de análisis en pos de una mejor gestión del espacio.

## Bibliografía

- Allan, J.D. (1995) *Stream Ecology – Structure and Function of Running Waters*. London, UK: Chapman and Hall.
- Boothroyd, R. J., Williams, R. D., Hoey, T. B., Barrett, B., y Prasojo, O. A. (2021). Applications of Google Earth Engine in fluvial geomorphology for detecting river channel change. *Water*, 8(1), 421-496.
- Breda, C. y Pupim, F. N. (2021). Change of channel pattern and construction of fluvial terraces driven by SAMS since the LGM in southeastern South America: records from Tietê River, Brazil. *EGU General Assembly Conference Abstracts*. Copernicus Meetings. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-9928>.
- Calle, M., Alho, P. y Benito, G. (2017). Channel dynamics and geomorphic resilience in an ephemeral Mediterranean river affected by gravel mining. *Geomorphology*, 285, 333-346.
- Campo de Ferreras, A., Capelli de Steffens, A. y Diez, P. (2004). El clima del Suroeste bonaerense. Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, 99 pp.
- Casado, A. y Campo, A. M. (2019). Extremos hidrológicos y recursos hídricos: estado de conocimiento en el suroeste bonaerense, Argentina. *Cuadernos Geográficos*, 58(1), 6-26.
- Charlton, R. (2007). *Fundamentals of fluvial geomorphology*. New York, EEUU: Routledge.
- Díaz-Redondo, M., Egger, G., Marchamalo, M., Damm, C., de Oliveira, R.P. y Schmitt, L. (2018) Targeting lateral connectivity and morphodynamics in a large river-floodplain system: the upper Rhine River: morphodynamic recovery in the Upper Rhine river. *River Research and Applications*, 34(7), 734-744. <https://doi.org/10.1002/rra.3287>.
- Gentili, J. y Gil, V. (2013). Variabilidad temporal de las precipitaciones en vertientes opuestas del Sistema de Ventania, Buenos Aires, Argentina. *Revista Universitaria de Geografía*, 22 (1-2), 147-166.
- Han, M., y Brierley, G. (2020). Channel geomorphology and riparian vegetation interactions along four anabranching reaches of the Upper Yellow River. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 44(6), 898-922.
- Jerin, T. (2021). Scale associated coupling between channel morphology and riparian vegetation in a bedrock-controlled stream. *Geomorphology*, 375, 107-562.
- Jouravlev, A., Saravia Matus, S. y Gil Sevilla, M. (2021). Reflexiones sobre la gestión del agua en América Latina y el Caribe. *Páginas Selectas de la CEPAL*, 10.
- Kasprak, A., Sankey, J. B., y Butterfield, B. J. (2021). Future regulated flows of the Colorado River in Grand Canyon foretell decreased areal extent of sediment and increases in riparian vegetation. *Environmental Research Letters*, 16(1), 14-29.
- Lawson, J. (Ed.). (2021). *River basin management: progress towards implementation of the European water framework directive*. London, UK: CRC Press.
- Long, J., Li, H., Wang, Z., Wang, B., y Xu, Y. (2021). Three decadal morphodynamic evolution of a large channel bar in the middle Yangtze River: Influence of natural and anthropogenic interferences. *Catena*, 199, 105-128.
- Munro, S. E. (2010). *El río y la forma: introducción a la geomorfología fluvial*. Santiago de Chile, Chile: RIL editores.
- Pedraza Gilsanz, J. (1996). *Geomorfología. Principios, métodos y aplicaciones*. Madrid, España: Editorial rueda.
- Peña Monné, J. L. (1997). *Cartografía geomorfológica básica y aplicada*. Logroño. Barcelona, España: Geofoma.
- Rhoads, B. L., Lewis, Q. W. y Andresen, W. (2016). Historical changes in channel network extent and channel planform in an intensively managed landscape: Natural versus human-induced effects. *Geomorphology*, 252, 17-31.
- Roy, D. B., Tandon, S. K. y Singh, V. (2021). Drainage evolution in a Holocene landscape that hosted a 'lost river' system in the Punjab-Haryana plains, NW India. *Quaternary International*, 585, 99-110.

Shields F.D., y Copeland R.R. (2006). Empirical and analytical approaches for stream channel design. Proceedings Eighth Federal Interagency Sedimentation Conference, Reno, Nevada. Advisory Committee on Water information, Subcommittee on Sedimentation, Washington D.C.

Zapperi, P. A., Ramos, M. B., Gil, V. y Campo, A. M. (2007). Caracterización de las precipitaciones estivales en el Suroeste bonaerense. Contribuciones Científicas, GAEA., Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, Posadas. ISSN 0328-3194. Pp. 483-491

**Primary author(s):** Prof. GONZÁLEZ, Marilina (Universidad Nacional del Sur); Dr GENTILI, Jorge (UNS - CONICET); Dr GIL, Verónica (UNS -CONICET)

**Presenter(s):** Prof. GONZÁLEZ, Marilina (Universidad Nacional del Sur)

**Clasificación de la sesión :** E-3. TIG aplicada a procesos físico-ambientales

**Clasificación de temáticas :** E-3. TIG aplicada a procesos físico-ambientales