ID de la contribución : **7** Tipo : **no especificado**

Utilización de imágenes satelitales Landsat para la detección de cambios morfométricos en la cuenca del río sauce grande (Argentina)

Utilización de imágenes satelitales Landsat para la detección de cambios morfométricos en la cuenca del río sauce grande (Argentina)

Utilización de imágenes satelitales Landsat para la detección de cambios morfométricos en la cuenca del río Sauce Grande (Argentina)

Brendel, Andrea S.1,2; Ferrelli, Federico1,3; Piccolo, María C.1,3; Perillo, Gerardo M.E.1,4
1 Instituto Argentino de Oceanografía (IADO), Universidad Nacional del Sur (UNS)-CONICET, Bahía Blanca-Argentina. 8000, Bahía Blanca, Argentina. Florida 8000 (Camino La Carrindanga km 7,5) Complejo CCT CONICET Bahía Blanca, Edificio E1.
2 Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur (UNS), 8000, Bahía Blanca, Argentina. San Andrés 800.
3 Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur (UNS), 8000, Bahía Blanca, Argentina. 12 de Octubre 1198.
4 Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur (UNS), 8000, Bahía Blanca, Argentina. Alem 1253, Cuerpo 2.
asbrendel@iado-conicet.gob.ar

Resumen
El objetivo del estudio fue analizar la ocurrencia de eventos secos y húmedos y su impacto sobre la morfometría de los cuerpos de agua localizados en la cuenca del río Sauce Grande (Argentina). Se analizaron series del Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración (2000-2019), procesaron imágenes satelitales Landsat y calcularon índices morfométricos. La variación morfométrica observada en los cuerpos de agua (área, perímetro y longitud máxima) estuvo directamente relacionada a la ocurrencia de sequías y aumento de las precipitaciones. La utilización de imágenes satelitales fue fundamental para evaluar la dinámica espacio-temporal de los cuerpos de agua y constituye una herramienta necesaria para la gestión del recurso hídrico, principalmente durante períodos secos.
Palabras clave: variabilidad pluviométrica; cuerpos de agua; datos ópticos; índice de sequía y humedad; Región Pampeana.

Introducción
Los cuerpos de agua superficiales representan la cobertura de la tierra que más sufre los impactos de la variabilidad pluviométrica. La alternancia de eventos secos y húmedos generan cambios significativos en gran parte de ellos, modificando su caudal, morfometría y servicios ecosistémicos (Palmer et al., 2008). La Región Pampeana presenta numerosos cuerpos de agua. La mayor parte de ellos son someros y el análisis de la morfometría brinda información de los mecanismos de respuesta de los sistemas acuáticos a la variabilidad climática (Williamson et al., 2009). En esta región, la dinámica de los recursos hídricos se relaciona directamente con la intensidad y frecuencia de las precipitaciones (Aliaga et al., 2016). Sin embargo, existen otros factores determinantes de la variación morfométrica, tales como el origen de lago, sus características geomorfológicas, las actividades antrópicas, entre otros (Bohn et al., 2016).
La utilización de imágenes satelitales Landsat ha sido fundamental para conocer los cambios morfométricos de lagos. En la llanura de Jianghan (China) se estudiaron 51 cuerpos de agua durante el período 1978-2014 (Shi et al., 2017), como así también en el lago Sevan (Armenia) en el período 1973 -2015 (Hovsepyan et al., 2019). En la Región Pampeana, esta base de datos fue utilizada para estudiar el comportamiento de seis lagunas ubicadas en un gradiente decreciente de precipitación N-S y sometidas a eventos pluviométricos húmedos

y secos (Aliaga et al., 2016), mientras que este mismo tipo de estudio se realizó en la laguna de Puan (SW de la Región Pampeana) (Zunino et al., 2019). Por lo expuesto, el objetivo de esta investigación fue analizar la intensidad, duración, frecuencia y periodicidad de los eventos secos y húmedos para evaluar su efecto sobre la morfometría del dique Paso de las Piedras y la laguna Sauce Grande, dado que un cambio en ella afecta significativamente las actividades antrópicas de la cuenca hidrográfica donde están localizados.

Área de estudio

El área de estudio es la cuenca del río Sauce Grande, ubicada al sur de la Región Pampeana (Argentina). A lo largo de su extensión presenta dos cuerpos de agua principales: el dique Paso de Las Piedras y la laguna Sauce Grande (Figura 1). El primero, localizado en su cuenca media es el reservorio de agua más importante de la región, dado que abastece de agua potable a más de 500.000 habitantes, como así también es fuente de agua que abastece al polo industrial cercano (Casado, 2013). Por otro lado, la laguna Sauce Grande es de régimen permanente y es el cuerpo de agua más extenso de la cuenca baja. Esta presenta como principal atractivo turístico la pesca deportiva del pejerrey. El clima de la cuenca es subhúmedo húmedo al norte, con una precipitación media anual de 750 mm, mientras que subhúmedo seco al sur (646 mm). Las sequías e inundaciones son frecuentes y generan pérdidas del rendimiento de los cultivos, muerte de ganado, eutrofización de los cuerpos de agua, mortandad de peces, entre otros (Brendel et al., 2018).

Figura 1. Localización del dique Paso de Las Piedras y la laguna Sauce Grande

Método de trabajo

El estudio de la duración, intensidad, frecuencia y periodicidad de los eventos secos y húmedos se realizó a partir de la aplicación del Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración (SPEI) a una escala temporal de 1, 3 y 12 meses. Particularmente, la escala anual se relaciona con la descarga de ríos y el volumen de los cuerpos de agua (Vicente Serrano et al., 2010). Según los valores del SPEI, aquellos registros mayores a 0,5 corresponden a eventos húmedos, mientras que los menores a -0,5 a secos (Tabla 1). La serie de datos de SPEI fue obtenida del sitio web http://sac.csic.es/spei/home.html para el periodo 2000-2019. Se analizaron dos estaciones de SPEI que representaron las condiciones atmosféricas de los dos cuerpos de agua analizados. En el caso del dique Paso de las Piedras (DPP) se analizó el sitio 38° 25'S-61° 75' W, mientras que para la laguna Sauce Grande (LSG) se consideró el ubicado en 38° 75 'S - 61°25' W.

Para analizar los efectos de la variabilidad pluviométrica sobre la morfometría de los cuerpos de agua, se seleccionaron eventos pluviométricamente diferentes y se calcularon parámetros morfométricos definidos por Hutchinson (1957) (Tabla 2). Estos fueron evaluados utilizando tres imágenes satelitales, dos de las cuales fueron Landsat 7 ETM+ y una Landsat 8 OLI-TIRS. Las mismas se descargaron del catálogo de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE, Argentina). Para corregir el error de escaneo de las primeras, se aplicó la técnica de interpolación SCL-OFF (Scan Line Corrector, por sus siglas en inglés) (Pringle et al., 2009). Las imágenes corresponden a días despejados y se utilizó la del día 1/2/2008 para analizar la morfometría durante un evento normal, mientras que las pertenecientes al 5/1/2010 y 12/2/2015 para los eventos seco y húmedo, respectivamente. El área de los cuerpos de agua fue calculada a partir del Índice de Diferencia Normalizada de Agua (NDWI, por sus siglas en inglés) (McFeeters, 1996).

Tabla 1. Categorías del SPEI. Modificado de Vicente Serrano et al. (2010) y Wang et al. (2015)

Tabla 2. Índices morfométricos aplicados. Modificado de Hutchinson (1957)

Resultados

Análisis de la variabilidad pluviométrica

El número de eventos secos, húmedos y normales y su comportamiento interanual se presenta en la Figura 2. Durante el período 2000-2019, el número de años secos (11) fue más frecuentes que los húmedos en la laguna Sauce Grande (LSG) (9), mientras que si bien en el dique Paso de Las Piedras (DPP) los húmedos fueron más representativos, la diferencia fue escasa (5 y 4, respetivamente). Los eventos normales fueron seis en el DPP y cinco en la LSG (Figura 2). Se registraron dos eventos moderadamente húmedos (i.e., 2004) y muy húmedos (i.e,. 2002 y 2014) en ambos cuerpos de agua (Figura 2b). No ocurrieron los extremadamente húmedos ni de incipiente humedad en la LSG (Figura 2). Los períodos húmedos presentaron mayor duración en la LSG que en el DPP (11,3 y 9,8 meses, respectivamente) pero fueron menos intensos sobre la laguna (SPEI =1,44) que en el DPP (SPEI = 1,55). A su vez, la periodicidad fue mayor en el DPP (3,3 vs 2,5 años).

Figura 2. a) Número de eventos según las categorías del SPEI y b) comportamiento interanual del SPEI durante el período 2000-2019

Los dos cuerpos de agua estuvieron sometidos a eventos secos de todas las intensidades del SPEI. Se destaca la LSG por contabilizar dos extremadamente secos (2008 y 2019), mientras que en el DPP se evidenció solo uno (2008), dado que 2019 fue caracterizado como muy seco (Figura 2b). El año 2009, se clasificó como muy seco en las dos estaciones analizadas (SPEI = -1,66). La intensidad de los eventos secos fue mayor sobre la LSG (valor medio de SPEI = -1,17) y también se registró la misma tendencia en la duración (10,9 en la LSG y 8,8 meses en el DPP). La periodicidad fue similar en los dos cuerpos de agua (2,85 años).

Análisis de los cambios morfométricos y su relación con la variabilidad pluviométrica

Los parámetros morfométricos de la LSG y el DPP durante un evento normal (2007), seco (2009) y húmedo (2014) se presentan en la Tabla 3. Durante el evento seco, el área de la LSG se redujo 13,3 %, mientras que en el DPP un 35 % en relación con la observada durante un evento normal. Por otro lado, en el evento húmedo,

la extensión areal del DPP se incrementó un 19 %, mientras que en la laguna un 1,6 % (Tabla 3, Figura 3). El perímetro se modificó de acuerdo a la ocurrencia de los diferentes montos de precipitación. Su variación fue mayor en el DPP durante el evento húmedo (2014) debido al aumento de la sinuosidad de sus costas (Tabla 3).

Tabla 3. Parámetros morfométricos de la laguna Sauce Grande (LSG) y el dique Paso de Las Piedras (DPP) durante un evento normal (2007), seco (2009) y húmedo (2014).

En la LSG también se observó esta tendencia pero con una menor variación. La LMT fue mayor en ambos cuerpos de agua durante el período húmedo (Tabla 3). Sin embargo, en el DPP este parámetro fue más fluctuante dado que, durante el evento seco, alcanzó 8,4 km, mientras que en la laguna fue 7,5 km. La orientación de la LMT no presentó cambios a pesar de las variaciones pluviométricas. Por otro lado, no se observaron cambios notables en el DLC, lo que demuestra que a pesar de las fluctuaciones pluviométricas, la LSG siempre presentó una forma elíptica, mientras que el DPP se clasificó como subrectangular elongado (Tabla 3).

Figura 3. Área del dique Paso de Las Piedras (A) y de la laguna Sauce Grande (B) durante un evento normal, seco y húmedo

Conclusión

Las áreas de influencia de la laguna Sauce Grande y del dique Paso de Las Piedras presentaron una alternancia importante de eventos secos y húmedos. La duración de los eventos húmedos fue mayor en la LSG, pero de menor intensidad que en el DPP, mientras que la periodicidad fue superior en este último. Los eventos secos fueron más intensos y de mayor duración en la LSG. Como se esperaba, la variabilidad pluviométrica generó cambios en los morfometría de los dos cuerpos de agua analizados y sus impactos fueron más significativos sobre el área, el perímetro y la longitud máxima total de estos. Por lo tanto, se confirma que el procesamiento de imágenes satelitales Landsat es fundamental para analizar la variación morfométrica y entender la dinámica espacial y temporal de estos cuerpos de agua. Los resultados obtenidos representan información fundamental para el diseño de planes de manejo del recurso hídrico, principalmente durante períodos de extensas sequías.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo del CONICET y la Universidad Nacional del Sur para la realización del estudio. Se agradece también a la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) y a la Bolsa de Cereales de Bahía Blanca por los datos cedidos.

Referencias

Aliaga, V. S., Ferrelli, F., Bohn, V. Y., & Piccolo, M. C. (2016). Utilización de imágenes satelitales para comprender la dinámica lagunar en la Región Pampeana. Revista de Teledetección, 46:133-146.

Bohn, V. Y., Delgado, A. L., Piccolo, M. C., & Perillo, G.M.E. (2016). Assessment of climate variability and land use effect on shallow lakes in temperate plains of Argentina. Environmental Earth Sciences, 75(9), 818.

Brendel, A.S., Piccolo, M. C. y Perillo, G.M.E. 2018. Análisis multitemporal de la cobertura de agua de la laguna Sauce Grande y su relación con la variabilidad pluviométrica. En: XII Bienal del Coloquio Transformaciones Territoriales. Asociación de Universidades Grupo Montevideo, Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur, 928-936.

Casado, A. 2013. Human impacts and fluvial metamorphosis: the effects of flow regulation on the hydrology, morphology and water temperature of the Sauce Grande River, Argentina. Tesis de Doctor en Geografía, Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur, Argentina, 375 p.

Hovsepyan, A., Tepanosyan, G., Muradyan, V., Asmaryan, S., Medvedev, A., & Koshkarev, A. (2019). Lake Sevan Shoreline Change Assessment Using Multi-Temporal Landsat Images. Geography, environment, sustainability, 12(4), 212-229.

Hutchhinson, G. E. (1957). A treatise on Limnology I. Geography, Physics and Chemistry. John Wiley and Sons Inc. New York, 1, 1011.

McFeeters, S. K. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. International journal of remote sensing, 17(7), 1425-1432.

Palmer, M. A., Reidy Liermann, C. A., Nilsson, C., Flörke, M., Alcamo, J., Lake, P. S., & Bond, N. (2008). Climate change and the world's river basins: anticipating management options. Frontiers in Ecology and the Environment, 6(2), 81-89.

Pringle, M. J., Schmidt, M., & Muir, J. S. (2009). Geostatistical interpolation of SLC-off Landsat ETM+ images. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 64(6), 654-664.

Shi, Y., Feng, L., & Gong, J. (2017). Four decades of the morphological dynamics of the lakes in the Jianghan Plain using Landsat observations. Water and Environment Journal, 31(3), 353-359.

Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S., & López-Moreno, J. I. (2010). A multiscalar drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index. Journal of climate, 23(7), 1696-1718.

Wang, Y., Zhang, T., Chen, X., Li, J., & Feng, P. (2018). Spatial and temporal characteristics of droughts in Luanhe River basin, China. Theoretical and applied climatology, 131(3-4), 1369-1385.

Williamson, C. E., Saros, J. E., Vincent, W. F., & Smol, J. P. (2009). Lakes and reservoirs as sentinels, integrators, and regulators of climate change. Limnology and Oceanography, 54(6part2), 2273-2282.

Zunino, J., Ferrelli, F., & Piccolo, M. C. (2019). Cambios morfometricos en una laguna pampeana (Argentina) como consecuencia de la variabilidad pluviométrica (1960-2015) y sus posibles efectos sobre la comunidad ictica. Geociências (São Paulo), 37(4), 835-847.

Primary author(s) : Dr BRENDEL, Andrea (IADO-UNS-CONICET); Dr FERRELLI, Federico (IADO-UNS-CONICET); Dr PICCOLO, Maria Cintia (IADO-UNS-CONICET); Dr PERILLO, Gerardo Miguel Eduardo (IADO-UNS--CONICET)

Presenter(s) : Dr BRENDEL, Andrea (IADO-UNS-CONICET)

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

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