Contribution ID : **16** Type : **not specified**

# Detección de cuerpos de agua en la cuenca del Río Sauce Grande (Argentina) mediante imágenes Saocom

Brendel, Andrea S.1,2; Ferrelli, Federico1,3; Piccolo, María C.1,3
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.
asbrendel@iado-conicet.gob.ar

Resumen
El objetivo de este trabajo fue utilizar imágenes del satélite SAOCOM para detectar cuerpos de agua en la cuenca del río Sauce Grande (Argentina). Se procesaron dos imágenes SAOCOM 1A, del área aledaña al dique Paso de Las Piedras y la laguna Sauce Grande correspondientes a septiembre y diciembre del año 2020, respectivamente. Las imágenes fueron corregidas radiométricamente, se les eliminó el ruido speckle y se reproyectaron sobre un modelo de elevación digital. Para detectar el umbral de extracción de los cuerpos de agua, se crearon muestras geo-referenciadas denominadas ROI'S y se diseñaron los histogramas que permitieron obtener los valores para su discriminación. En ambas imágenes, el coeficiente de retrodispersión osciló entre -40 y -7.5 dB. Sobre el dique Paso de Las Piedras, el coeficiente varió entre -31 y -28 dB, mientras que sobre la laguna Sauce Grande fue entre 32 y -30 dB. El procesamiento de las imágenes SAOCOM permitió detectar, por primera vez, los umbrales necesarios para la detección de cuerpos de agua en el área de estudio. La metodología desarrollada en el presente trabajo podría aplicarse de manera eficaz en otras regiones, dado que se determinó la respuesta de los cuerpos de agua con las imágenes de radar que operan en banda L.
Palabras clave: banda L; recursos hídricos; imágenes de radar; Región Pampeana; estudio preliminar.

Introducción
Los cuerpos de agua superficiales, tales como, ríos, lagos y embalses son esenciales para los ecosistemas y el sistema climático mundial (Du et al., 2016). En la Región Pampeana (Argentina) son importantes porque constituyen un hábitat singular para la flora y fauna característica de los humedales de la región. Además, sirven de moderadores del régimen fluvial al almacenar el exceso hídrico y también cumplen un papel importante en las actividades agropecuarias y turísticas (Geraldi et al., 2011), como así también algunos de ellos proveen de agua potable a la población y a las actividades industriales (Casado et al., 2016). Por lo tanto, la delimitación de los cuerpos de agua es fundamental para lograr una eficaz gestión de los recursos hídricos (Papa et al., 2008). Las imágenes de Radar de Apertura Sintética (SAR, por sus siglas en inglés) han tenido múltiples aplicaciones, dado permiten monitorear la superficie terrestre bajo diferentes condiciones meteorológicas (Aher et al., 2014). Se han utilizado para clasificar los tipos de cultivos (Baumann et al., 2018), estimar volúmenes de cuerpos de agua (Liebe et al., 2008), detectar cambios morfométricos de cursos de agua (Brendel et al., 2021), entre otros. Estos estudios han utilizado los satélites Sentinel y ENVISAT que operan en banda C. Además, existen otros satélites ampliamente utilizados para analizar los procesos descriptos anteriormente. Entre ellos se destacan el Cosmo-SkyMed y TerraSAR-X que trabajan en banda X (Villa et al., 2015; Zhu et al., 2016), ALOS-2/PALSAR-2 en banda L (Lucas et al., 2014), entre otros. La ventaja más importante del uso de imágenes SAR radica en su habilidad para diferenciar superficies con agua debido al gran contraste que tienen con respecto al resto de las coberturas (Lanfri, 2011). Sumado a ello, aquellos satélites que poseen banda L son útiles para monitorear

los cuerpos de agua con alta resolución espacial (Narvekar et al., 2015). En este sentido, cobra importancia el satélite argentino SAOCOM. Este forma parte de una constelación compuesta por dos satélites (SAOCOM 1A y 1B) que fueron lanzados en 2018 y 2020, respectivamente. Junto con los cuatro satélites italianos COSMO-SkyMed, conforman el Sistema Ítalo-Argentino de Satélites para la Gestión de Emergencias. El mismo es un sistema que provee información vital para el país sobre humedad de suelo, inundaciones y enfermedades de cultivos, monitoreo de recursos naturales, entre otras (CONAE, 2018). Son escasas las investigaciones que utilizan información proveniente de este satélite. Roa et al. (2021), analizaron la capacidad de realizar interferometría con información proveniente del SAOCOM 1A en el Volcán Domuyo (Neuquén, Argentina), mientras que Viotto et al. (2021) aplicó la misma metodología en la Meseta de la Puna y la Cordillera Oriental de Argentina. Por su parte, Machado (2020) utilizó las imágenes provistas por el satélite SAOCOM para analizar la salinidad del suelo de la Pampa Húmeda. Sin embargo, hasta el momento, no se han realizado estudios que demuestren la capacidad de este satélite en el monitoreo y delimitación de la superficie cubierta por lagos y lagunas en Argentina. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue utilizar imágenes del satélite SAOCOM para detectar cuerpos de agua en la cuenca del río Sauce Grande (Argentina). Los resultados obtenidos conformarán una base sólida para la gestión del recurso hídrico dadas las ventajas de los sistemas SAR que operan en banda L en los estudios hidrográficos.

Área de estudio

La cuenca del río Sauce Grande (4856 km2) se localiza en el sur de la Región Pampeana. Es exorreica y 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 es el principal reservorio de la región y abastece de agua potable a más de 500 mil habitantes, como así también es fuente de agua para diversas actividades industriales (Casado et al., 2016). La laguna Sauce Grande, presenta como principal atractivo turístico la pesca deportiva del pejerrey y diversos deportes náuticos. El clima de la cuenca es subhúmedo húmedo al norte, mientras que subhúmedo seco al sur (Brendel et al., 2021).

Figura 1. Localización de la cuenca del río Sauce Grande y de los cuerpos de agua analizados

Metodología

Se procesaron dos imágenes satelitales adquiridas por el SAOCOM 1A en banda L correspondiente a los días 8 de septiembre y 29 de diciembre de 2020. La primera contempló el área aledaña al dique Paso de Las Piedras (DPP) (Path: 37, Row: 385), mientras que la segunda a la laguna Sauce Grande (LSG) (Path: 37, Row: 384). Ambas fueron adquiridas del catálogo de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales. El modo de adquisición de las imágenes fue STRIPMAP, en órbita ascendente y con un nivel de procesamiento denominado L1A. En este nivel, los datos son complejos, en rango inclinado, presentan calibración radiométrica pero no corrección geométrica. Las imágenes fueron full polarimétricas, es decir, que presentaron las cuatro polarizaciones posibles: HH, VV, HV y VH. En este estudio, se utilizó la banda VH dado que es la más apropiada para detectar superficies cubiertas por agua (Xing et al., 2018). El procesamiento de las imágenes fue realizado en software libre SNAP, siguiendo la metodología descrita en Bioresita et al. (2018). El primer paso consistió en calibrar radiométricamente la banda VH, permitiendo obtener el coeficiente de retrodispersión $\sigma 0$. Luego, para disminuir el ruido speckle, se aplicó la técnica del multilooking (remuestreo de la imagen). El tercer paso fue reproyectar las imágenes obtenidas en el paso anterior, sobre un modelo de elevación digital. Para ello, se utilizó como referencia el MDE SRTM, considerando la proyección de salida el UTM WGS84. Luego, los resultados fueron convertidos a dB para obtener una mejor discriminación de los objetos sobre la superficie. Para detectar el umbral de extracción de los cuerpos de agua, se crearon muestras geo-referenciadas denominadas ROI'S y se diseñaron histogramas que permitieron obtener los valores necesarios para su clasificación. Finalmente, se realizó la representación cartográfica de los cuerpos de agua en el software Arc Gis 10.5.

Resultados

El coeficiente de retrodispersión -es decir el porcentaje de la energía electromagnética que es reflejada de vuelta hacia el radar desde una celda o unidad de resolución- en el área aledaña al DPP y la LSG, respectivamente se presenta en la Figura 2. En ambas imágenes SAR, este coeficiente osciló entre -40 y -7.5 dB (Figura 2). Dentro de este rango, los cuerpos de agua actuaron como una superficie reflectora especular, por lo tanto, el coeficiente fue bajo con respecto al resto de las coberturas del suelo (Figura 2). Sobre la superficie del DPP, el coeficiente de retrodispersión osciló entre -31 y -28 dB, permitiendo determinar el umbral de extracción de este cuerpo de agua (Figura 2a). En el caso de la imagen correspondiente al área próxima a la LSG, el histograma presentó mayores diferencias con respecto al del DPP, dado que fue bimodal (Figura 2b). Por lo tanto, el umbral de extracción de este cuerpo de agua fue detectado más fácilmente. En ese sentido, los valores del coeficiente de retrodispersión sobre la LSG oscilaron entre -32 y -30 dB, obteniendo de esta manera los valores para su delimitación (Figura 2b).

Figura 2. Coeficiente de retrodispersión en la polarización VH en: a) el área aledaña al dique Paso de Las Piedras (8/9/2020) y b) area aledaña a la laguna Sauce Grande (29/12/2020) mediante el procesamiento de imágenes SAOCOM 1A. El recuadro naranja indica el umbral de valor para la detección de ambos cuerpos de agua.

La mayor parte de las áreas aledañas al DPP (Figura 3a) y la LSG (Figura 3b) presentaron sectores con presencia de humedad, que fueron representados con color blanco. Esos sectores húmedos fueron lotes de cultivos en ambas imágenes, y en el caso de la LSG, también se destaca la presencia de médanos ubicados al sur de la misma (Figura 3b).

Figura 3. a) Cobertura de agua del dique Paso de Las Piedras durante el día 8 de septiembre de 2020 y b)

cobertura de agua de la laguna Sauce Grande durante el día 29 de diciembre de 2020.

## Conclusión

El procesamiento de las imágenes SAOCOM permitió detectar, por primera vez, los umbrales necesarios para la detección de cuerpos de agua en la cuenca del río Sauce Grande (Argentina). La metodología desarrollada en el presente trabajo podría aplicarse de manera eficaz en otras regiones, dado que se determinó la respuesta de los cuerpos de agua con las imágenes de radar que operan en banda L. Por lo tanto, este estudio conforma una base sólida para la gestión del recurso hídrico dadas las ventajas de los sistemas SAR en los estudios hidrográficos.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a los proyectos subsidiados por el CONICET y la Universidad Nacional del Sur, como así también a la Comisión Nacional de Actividades Espaciales por la provisión de las imágenes satelitales SAOCOM.

## Referencias

Aher, S. P., Khemnar, S. B., & Shinde, S. D. (2014). Synthetic aperture radar in Indian remote sensing. International Journal of Applied Information Systems, 7, 41-44.

Baumann, M., Levers, C., Macchi, L., Bluhm, H., Waske, B., Gasparri, N. I., & Kuemmerle, T. (2018). Mapping continuous fields of tree and shrub cover across the Gran Chaco using Landsat 8 and Sentinel-1 data. Remote sensing of environment, 216, 201-211.

Bioresita, F., Puissant, A., Stumpf, A., & Malet, J. P. (2018). A method for automatic and rapid mapping of water surfaces from sentinel-1 imagery. Remote Sensing, 10(2), 217.

Brendel, A.S., Ferrelli, F., De Uribe Echeverria, M.F., Piccolo, M.C. y Perillo, G.M.E. (2021). Procesamiento de datos satelitales ópticos y de radar para la detección de cambios morfométricos: el caso de la desembocadura del río Sauce Grande (Argentina). Caminhos de Geografía. En prensa.

Casado, A., Peiry, J.L. y Campo, A. M. (2016). Geomorphic and vegetation changes in a meandering dryland river regulated by a large dam, Sauce Grande River, Argentina. Geomorphology, 268, 21-34.

Du, Y., Zhang, Y., Ling, F., Wang, Q., Li, W., & Li, X. (2016). Water bodies' mapping from Sentinel-2 imagery with modified normalized difference water index at 10-m spatial resolution produced by sharpening the SWIR band. Remote Sensing, 8(4), 354.

Geraldi, A.M., Piccolo, M.C. y Perillo, G.M.E. (2011). El rol de las lagunas bonaerenses en el paisaje pampeano. Ciencia Hoy, 22, 09-14.

Lanfri, S. (2011). Desarrollo de una metodología para la detección de cuerpos de agua mediante el análisis de imágenes SAR COSMO SkyMed y de DEMs. Tesis de Magister, Universidad Nacional de Córdoba, 120 pp.

Liebe, J. R., Van De Giesen, N., Andreini, M. S., Steenhuis, T. S., & Walter, M. T. (2008). Suitability and limitations of ENVISAT ASAR for monitoring small reservoirs in a semiarid area. IEEE Transactions on Geoscience and remote Sensing, 47(5), 1536-1547.

Lucas, R., Rebelo, L. M., Fatoyinbo, L., Rosenqvist, A., Itoh, T., Shimada, M., ... & Hilarides, L. (2014). Contribution of L-band SAR to systematic global mangrove monitoring. Marine and Freshwater Research, 65(7), 589-603.

Machado, F. (2020). Primera aproximación en estudios de salinidad de suelo en la Pampa húmeda argentina utilizando imágenes SAR e inversión de modelos electromagnético. Tesis de Magister, Universidad Nacional de Córdoba, 111 pp.

Narvekar, P. S., Entekhabi, D., Kim, S. B., & Njoku, E. G. (2015). Soil moisture retrieval using L-band radar observations. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 53(6), 3492-3506.

Papa, F., Prigent, C., & Rossow, W. B. (2008). Monitoring flood and discharge variations in the large Siberian rivers from a multi-satellite technique. Surveys in Geophysics, 29(4), 297-317.

Roa, Y., Rosell, P., Solarte, A., Euillades, L., Carballo, F., García, S., & Euillades, P. (2021). First assessment of the interferometric capabilities of SAOCOM-1A: New results over the Domuyo Volcano, Neuquén Argentina. Journal of South American Earth Sciences, 106, 102882.

Villa, P., Stroppiana, D., Fontanelli, G., Azar, R., & Brivio, P. A. (2015). In-season mapping of crop type with optical and X-band SAR data: A classification tree approach using synoptic seasonal features. Remote Sensing, 7(10), 12859-12886.

Viotto, S., Bookhagen, B., Toyos, G., & Torrusio, S. (2021). Assessing ground deformation in the Central Andes (NW Argentina) with Interferometric Synthetic Aperture Radar analyses: First results of SAOCOM data and Sentinel-1 data (No. EGU21-12474). Copernicus Meetings.

Xing, L., Tang, X., Wang, H., Fan, W., & Wang, G. (2018). Monitoring monthly surface water dynamics of Dongting Lake using Sentinel-1 data at 10 m. PeerJ, 6, e4992.

Zhu, J., Qiu, X., Pan, Z., Zhang, Y., & Lei, B. (2016). Projection shape template-based ship target recognition in TerraSAR-X images. IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 14(2), 222-226.

## Figuras

Figura 1. Localización de la cuenca del río Sauce Grande y de los cuerpos de agua analizados

Figura 2. Coeficiente de retrodispersión en la polarización VH en: a) el área aledaña al dique Paso de Las Piedras (8/9/2020) y b) area aledaña a la laguna Sauce Grande (29/12/2020) mediante el procesamiento de imágenes SAOCOM 1A. El recuadro naranja indica el umbral de valor para la detección de ambos cuerpos de agua.

Figura 3. a) Cobertura de agua del dique Paso de Las Piedras durante el día 8 de septiembre de 2020 y b) cobertura de agua de la laguna Sauce Grande durante el día 29 de diciembre de 2020.

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

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

**Session Classification :** E-1. Desarrollos metodológicos de las TIG

**Track Classification :** E-1. Desarrollos metodológicos de las TIG