

Identificación de humedales mediante el procesamiento digital de imágenes satelitales

Identification of wetlands by digital processing of satellite imagery

Presentación: 09/08/2024

Daniel Monferrán

Universidad Nacional de General Sarmiento, Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Delta.
danielmfr02@yahoo.com

Andrés Sartarelli

Universidad Nacional de General Sarmiento
asartare@campus.ungs.edu.ar

Resumen

Los humedales son áreas que permanecen en condiciones de inundación o con suelo saturado de agua durante períodos considerables de tiempo. Muchas especies como las aves, flora y fauna silvestres dependen completamente de los humedales. Desempeñan también un papel importante en el control de las inundaciones.

Contaminantes como sedimentos, fertilizantes, aguas residuales humanas, desechos animales, pesticidas y metales pesados pueden causar su degradación.

Por ello la identificación y preservación de estos ecosistemas de elevada riqueza natural resulta esencial para la preservación de la biodiversidad.

A los efectos de disponer de información actualizada sobre la ubicación de humedales se analizaron y evaluaron diferentes metodologías existente orientadas a la detección de este tipo de cobertura, seleccionando aquellas que mejor se ajustaron a las condiciones de este trabajo. Con el uso de imágenes satelitales de diferentes bandas del espectro se propone un método para la identificación de este tipo de coberturas.

Palabras clave: Humedales, Medio ambiente, Imágenes de satélite, Procesamiento digital, Firmas espectrales

Abstract

Wetlands are areas that remain in flooded or water-saturated soil conditions for considerable periods of time. Many species such as birds, flora and wildlife depend entirely on wetlands. They also play an important role in flood control.

Pollutants such as sediments, fertilizers, human sewage, animal wastes, pesticides and heavy metals can cause their degradation.

Therefore, the identification and preservation of these ecosystems of high natural wealth is essential for the preservation of biodiversity.

In order to have updated information on the location of wetlands, different existing methodologies oriented to the detection of this type of cover were analyzed and evaluated, selecting those that best fit the conditions of this work. With the use of satellite images of different bands of the spectrum, a method for the identification of this type of cover is proposed.

Keywords: Wetlands, Environment, Satellite images, Digital processing, Spectral signatures

Objetivo

Encontrar un método centrado en el aporte de la información que puede obtenerse exclusivamente con el procesamiento de imágenes satelitales.

En este trabajo, se analizan regiones en el área de influencia de la cuenca del Río Reconquista destinado a la identificación de humedales.

Introducción

Ubicación geográfica

La cuenca del Río Reconquista está ubicada en la Area Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) al noreste de la provincia de Buenos Aires. Comprende aproximadamente unas 167000 ha, y está compuesta por 134 cursos de agua que recorren un total de 606 km, de los que 82 corresponden al Río Reconquista, (de la Nación et ál., 2007).

Municipios lindantes y población

La cuenca hidrográfica del Río Reconquista, por su parte, abarca unos 1670 km² y actualmente se encuentra distribuida entre 18 partidos del Area Metropolitana, lo que involucra a cuatro millones y medio de habitantes de Bs. As. aproximadamente, (Potocko, 2018: 23), (Rigacci, 2021), (Sadañowski, 2003), (Sánchez et ál., 2017), (Williams et ál., 2018).

Recursos y métodos

Areas seleccionadas

Se definen en este trabajo dos superficies del territorio de la provincia de Buenos Aires que son de interés para ilustrar algunos de los resultados que se obtienen del análisis de los datos de las imágenes satelitales.

Los estudios se realizan con datos de regiones de la imagen delimitadas por alguno de los dos perímetros que se ilustran en la Fig. 1. Un perímetro corresponde a la cuenca y el otro perímetro surge de los partidos seleccionados como área de influencia.

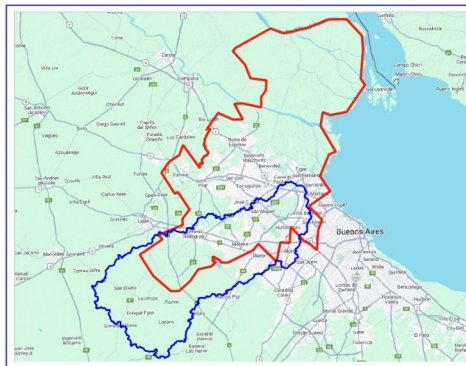


Figura 1: Perímetros de zonas de interés.

Instrumentos e imágenes

Se utilizaron en el presente trabajo datos proporcionados por el Satélite SENTINEL-2, equipado con un instrumento multiespectral (MSI) que mide la radiancia reflejada de la Tierra en 13 bandas espectrales desde el visible (V) y el infrarrojo cercano (NIR) hasta el infrarrojo de onda corta (SWIR) con diferentes resoluciones espaciales.

Muestras y capas de cobertura

Muestras: Es importante señalar que la correcta elección de las muestras a ser usadas como patrones que representan a los distintos tipos de cobertura de la escena influye directamente sobre los resultados de todo procesamiento.

A su vez, los datos que se obtienen de las muestras están condicionados por diferentes factores que influyen en los valores que capta el sensor de la radiación que se refleja en la superficie iluminada.

Capas de cobertura: Las muestras que se definen, se agrupan en capas por tipo de cobertura. Se crean capas de: suelo, urbano, hídrico, vegetación y basural.

Imágenes de Sentinel-2

Firmas espectrales: Se reúnen los datos de todas las coberturas definidas en una tabla y se construye la gráfica de las firmas espectrales con los valores medios de todas esas coberturas (Hernández et ál., 2009), (Aldana et ál., 2022).

Modelo color RGB: Se eligen las bandas que son asignadas a cada canal de color en el modelo color RGB a los efectos de poder hacer una interpretación más gráfica de la escena. Esto se realiza teniendo en cuenta como varía la reflectividad por cada valor de frecuencia o longitud de onda en cada tipo de cubierta, así como el modo en que varía la reflectividad con el efecto combinado de dos elementos, como el caso de vegetación con diferente concentración de humedad o suelo con diferente concentración de humedad (Flores et ál, 2020), (Moreno et ál, 2018).

Índices diferenciales normalizados: El NDWI se utiliza para el análisis de los cuerpos de agua. Permite detectar cambios sutiles en el contenido de agua de los cuerpos de agua. Los valores más altos del NDWI indican suficiente humedad, mientras que un valor bajo indica estrés hídrico. (McFeeters,1996) y se calcula como $NDWI (Sentinel 2) = (B3 - B8) / (B3 + B8)$

Datos

Desde la IDE de Earth Engine Code Editor se seleccionan regiones en diferentes posiciones de la imagen, se calcularon para el conjunto de muestras los promedios de los valores máximos y los promedios de los valores mínimos en el primer semestre del 2019, segundo semestre 2019 y primer semestre 2022.

Resultados

En la Fig. 2 se puede observar una forma de ilustrar los valores asociados a la reflectividad (reflectividad ¹: valores escalados de reflectividad) de cada tipo de cobertura para la banda $B12_{20m}^1$. Aparentemente la cobertura agua (hídrico) no presenta superposición de valores con las otras coberturas definidas.

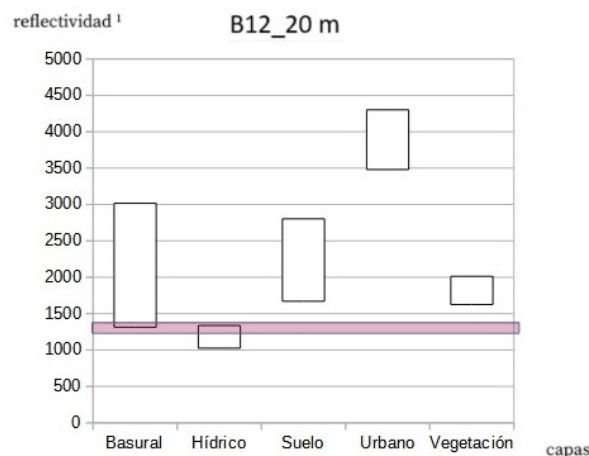


Figura 2: Firmas espectrales por tipo de cobertura

Con la IDE de Earth Engine Code Editor se baja una imagen del período seleccionado. Desde QGIS, se levanta la imagen (archivo raster) y con la calculadora raster de QGIS se crea una imagen binaria usando los valores 1450 y 1025 como valores umbrales (filtroFirmaB12_1450_1025), esto se ilustra en la Fig. 3 y la Fig. 4.

¹Bxx_yym : Banda xx de yy m de resolución espacial

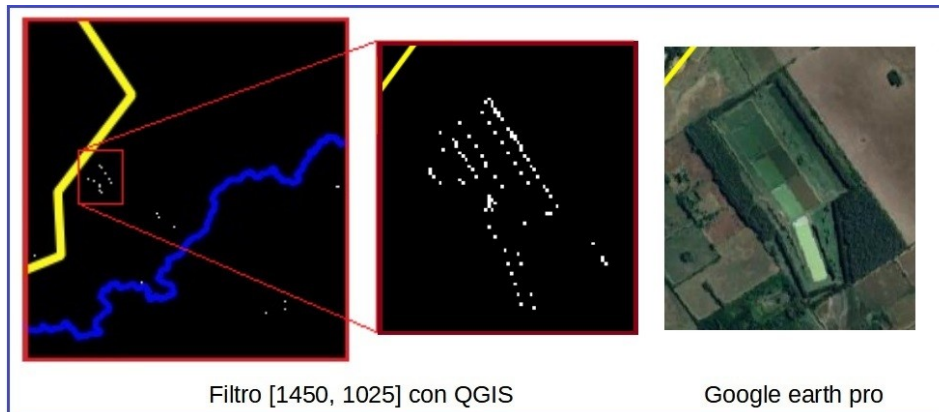


Figura 3: Imagen de Zona 1 ampliada con filtroFirmaB12_1450_1025.

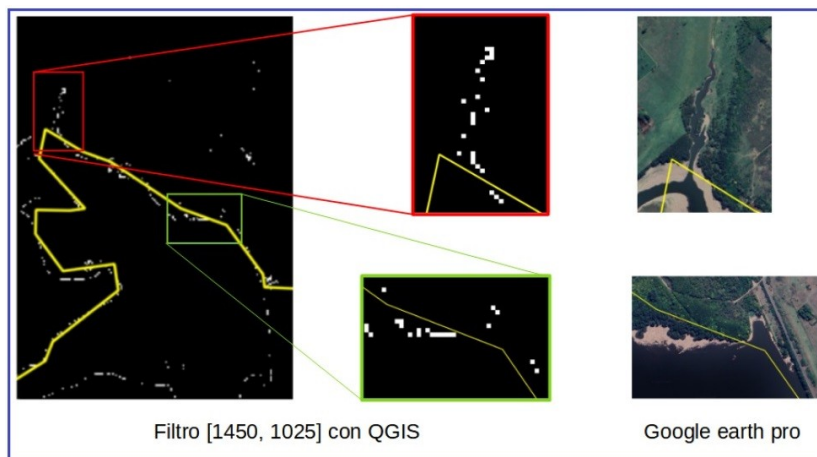


Figura 4: Imagen de Zona 2 ampliada con filtroFirmaB12_1450_1025.

Bandas 8, 4 y 3 - Sentinel-2

Combinando las bandas del Sentinel-2 en el modo “infrarrojo para vegetación” es posible identificar la presencia de humedales que se caracteriza por una baja reflectividad en el infrarrojo. La zona de frontera queda identificada por el límite entre la superficie de tono rojizo intenso y la superficie rojizo oscura que marcan dos tipos de vegetación (Fig. 5 y 6).

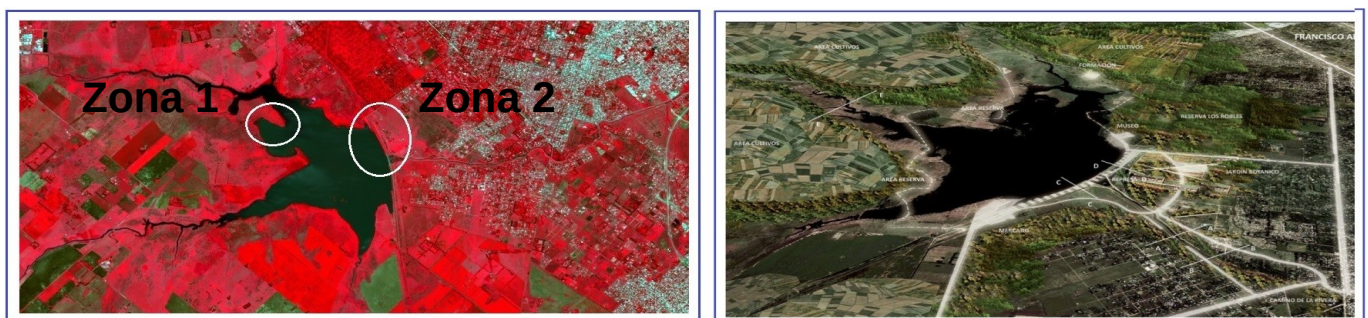


Figura 5: Imagen infrarrojo para vegetación.

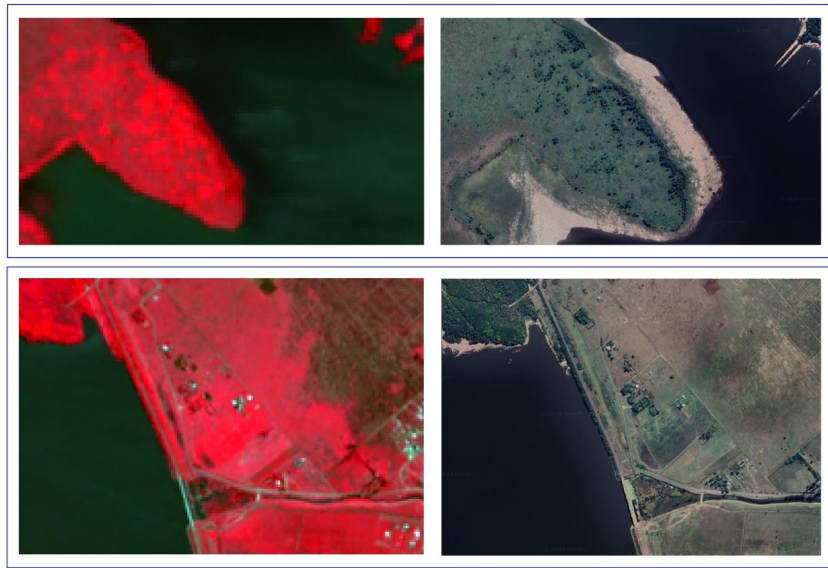


Figura 6: Imagen infrarrojo para vegetación, ampliación de Zona 1 y Zona 2.

Bandas 8 y 3 - Sentinel-2

Operando con las bandas del Sentinel-2 se obtiene una imagen NDWI. En la Fig. 7 se puede observar el resultado de segmentar y colorear la imagen mediante una función que usa los valores estimados de cada tipo de cobertura (agua temporal y agua permanente) usando la interfaz QGIS y la herramienta “Reclasificar por tabla”.

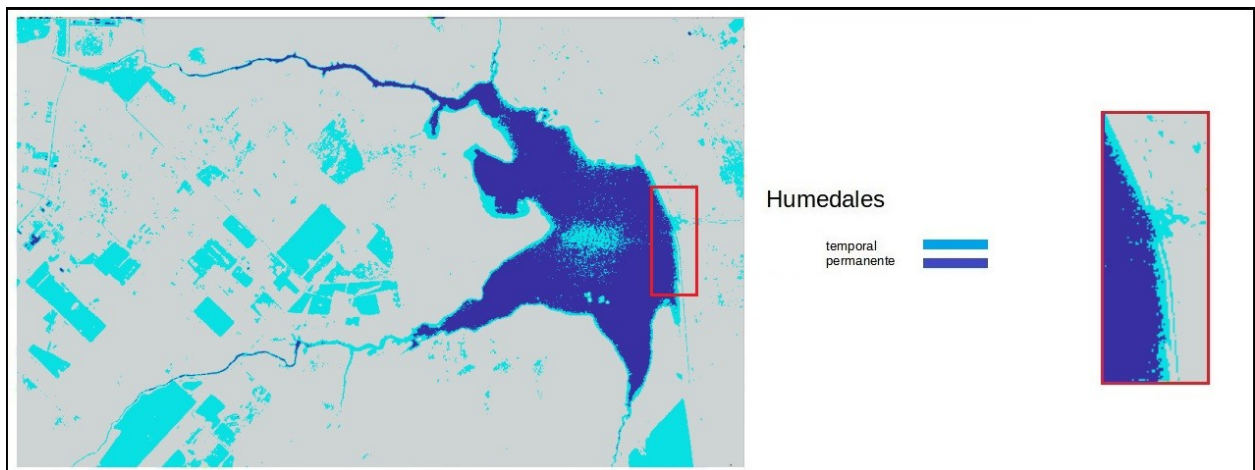


Figura 7: Imagen NDWI, clasificación con color distintos tipos de cobertura.

Conclusiones

Resulta eficiente el uso de filtros que operan en rangos de reflectividad para la identificación de coberturas de agua tal como se ilustra en las imágenes de las Fig. 3 y 4.

La combinación de las bandas del Sentinel-2 en el modo “infrarrojo para vegetación” y para obtener una imagen NDWI permite identificar la presencia de humedales en la periferia del Dique Roggero tal como se ilustra en las imágenes de las Fig. 5, 6 y 7. Del mismo modo, en las imágenes de la Fig. 4, que resulta del uso de

filtro que opera en rangos de reflectividad del agua, se identifican coberturas de agua en la periferia del Dique Roggero.

La identificación de humedales y la presencia de coberturas de agua, todos recursos esenciales para la preservación de la biodiversidad, puede lograrse con el uso de diferentes métodos. Tal que, la coincidencia en las ubicaciones donde se identifica la presencia de agua, refuerza la veracidad del resultado obtenido.

Referencias

- Aldana, C., Moncada, W., Gonzales, J., Saavedra, Y., & Gálvez, D. (2022). "Firmas espectrales de especies vegetales, suelo y agua de la cuenca del río Chira, región Piura". *Revista de Investigación Científica de la UNF-Aypate*, 1(1), 28-47.
- Características de Sentinel-2. (EOS DATA ANALYTICS) (2024). Disponible en <<https://eos.com/find-satellite/sentinel-2/>>.
- de la Nación, D. D. P., FARN, F. P., & del Plata, C. (2007). "Informe especial Cuenca del Río Reconquista primera parte". *BA Defensoría del Pueblo de la Nación-Ombudsman Nacional*.
- Flores Cesareo, J. C., Bustamante González, A., Vargas López, S., Cajuste, L., Escobedo, F. J., & Valadez Ramírez, M. (2020). "Cartografía del uso del suelo en la subcuenca Huaquechula, Puebla, México, con un índice combinado de imágenes de satélite". *Investigaciones geográficas*, (101).
- Hernández, J., & Montaner, D. (2009). "Patrones de respuesta espectral. Tecnologías Geoespaciales: Experiencias Aplicadas al Estudio y Gestión del Territorio". *Carlos Mena (Ed.) ISBN, 978-956*.
- 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.
- Moreno, L., Ramos, V., Pohl, M., & Huguet, F. (2018). "Comparative study of multispectral satellite images and RGB images taken from drones for vegetation cover estimation". In *2018 IEEE 38th Central America and Panama Convention (CONCAPAN XXXVIII)* (pp. 1-8). IEEE.
- Potocko, A. (2018). "Transformaciones de un territorio fluvial. Urbanización y regulación hídrica del río Reconquista (Buenos Aires, Argentina)". *GOT: Revista de Geografía e Ordenamento do Território*, (14), 23.
- Rigacci, L. N. (2021). "Análisis de la capacidad de depuración de la represa Ing. Roggero, Buenos Aires (Argentina)", *Universidad Nacional del Comahue Centro Regional Universitario Bariloche*.
- Sadañowski, I. (2003). "El problema de las inundaciones en la cuenca del río Reconquista: la represa Ingeniero Carlos F. Roggero, y las funciones ecológicas". (*Doctoral dissertation, Tesis de grado (inérita)*). *Universidad Nacional de General Sarmiento*.
- Sánchez Arrabal, M. B., & Guilarte, M. J. (2017). "Cuenca del río Reconquista." In *IX Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo (Barcelona, España, 2017)*.
- Williams, F., Ríos, D. M., & Vecslir, L. (2018). Dossier "Ríos Urbanos: explorando nuevas perspectivas para el estudio, diseño y gestión de los territorios fluviales".