

Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG). Revista digital del Programa de Docencia e Investigación en Sistemas de Información Geográfica (PRODISIG). Universidad Nacional de Luján, Argentina.

<http://www.revistageosig.wixsite.com/geosig> (ISSN 1852-8031)

Luján, Año 15, Número 25, 2023, Sección I: Artículos. pp. 1-20

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRAL DE INFORMACIÓN SATELITAL PARA LA GESTIÓN Y LA PLANIFICACIÓN URBANA EN GOBIERNOS LOCALES

Ma. Lorena La Macchia¹ – Bruno Lara² – Mauro Ortmann¹ – Santiago Linares¹ – Hernán Rodríguez¹ – Sebastián Balbarani³ – Candela De Titto⁴

¹Centro de Investigaciones Geográficas. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA).

²Laboratorio de Biología Funcional y Biotecnología (BIOLAB). UNCPBA.

³Departamento de Agrimensura. Universidad de Buenos Aires

⁴SUR Emprendimientos Tecnológicos SRL

llamacchia@fch.unicen.edu.ar

RESUMEN

Este trabajo forma parte de un proyecto asociativo público-privado (UNICEN/SpaceSUR) y tiene como principal objetivo fomentar la incorporación de tecnologías geoespaciales para promover la transformación digital de municipios e impactar positivamente en la gestión y toma de decisiones para mejorar las condiciones de vida de los ciudadanos. Para el desarrollo de productos teledetectados se utiliza la plataforma SentinelHUB, particularmente, los recursos satelitales provenientes de imágenes Sentinel-1, Sentinel-2 e imágenes VHR Pleiades. Para el desarrollo de los productos vectoriales se implementó software SIG de escritorio. Se obtuvieron mapas raster de superficie edificada de diferente resolución espacial, clasificación de coberturas del suelo (CORINE) y superficie inundada; posteriormente, se calcularon índices y productos derivados, como el de arbolado y espacios verdes dentro de los centros urbanos, la superficie de espacio verde por persona, la detección de cambios de superficie edificada, la desagregación espacial de datos censales, el índice Landscape Expansion Index y la identificación del área construida en asentamientos precarios (ReNaBaP). A su vez, éstos se complementaron con la creación de mapas vectoriales utilizando diferentes fuentes de datos e insumos para conocer la evolución temporal de rellenos sanitarios y basurales y mapas de rutas y caminos. La prueba de concepto se desarrolló para la ciudad de Concordia (Entre Ríos), aunque el objetivo del proyecto fue escalar los productos y análisis espaciales hacia nuevos municipios de la República Argentina en forma automática, a partir de una plataforma web que permita su ejecución y visualización. En este trabajo se muestran los resultados preeliminares para las ciudades de Balcarce y Benito Juárez.

Palabras clave: Sistema integral de información satelital, Gestión y planificación urbana, Gobiernos locales.

ABSTRACT

This work is part of a public-private partnership project (UNICEN/ SpaceSUR) and its main objective is to promote the incorporation of geospatial technologies to promote the digital transformation of municipalities and positively impact management and decision-making to improve living conditions of the citizen. For the development of remotely sensed products, the SentinelHUB platform is used, particularly, satellite resources from Sentinel-1, Sentinel-2 images and VHR Pleiades images. For the development of vector products, desktop GIS software was implemented. Raster maps of built-up surface with different spatial resolution, land cover classification (CORINE) and flooded surface were obtained; Subsequently, indices and derived products were calculated, such as the number of trees and green spaces within urban centers, the area of green space per person, the detection of changes in built-up area, the spatial disaggregation of census data, the Landscape Expansion Index and the identification of the area built in precarious settlements (ReNaBaP). In turn, these were complemented with the creation of vector maps using different data sources and inputs to know the temporal evolution of landfills and garbage dumps and maps of routes and roads. The proof of concept was developed for the city of Concordia (Entre Ríos), although the objective of the project was to scale the spatial analysis and products to new municipalities of the Argentine Republic automatically, from a web platform that allows its execution and display. This paper shows the preliminary results for the cities of Balcarce and Benito Juárez.

Keywords: Comprehensive satellite information system - Urban planning and management - Local governments

INTRODUCCIÓN

La tecnología espacial de observación de la tierra ha crecido y se ha desarrollado a la par de esta tendencia a la transformación digital, y está llamada a converger con la misma, desempeñando un rol destacado debido a su capacidad de resolver eficientemente problemas “espacialmente distribuidos”.

Argentina cuenta con importantes capacidades en materia de tecnologías de la información y la comunicación, y tecnología espacial, que le han permitido colocarse a la vanguardia de América Latina y ocupar un lugar destacado en algunos aspectos, incluso entre los países potencia.

En nuestro país se ha observado un significativo aumento del empleo de la Información Geoespacial en ámbitos públicos y privados de distinto nivel. Desde el año 2019, un equipo de especialistas en geotecnologías de la Facultad de Ciencias Humanas de la UNICEN junto a SpaceSUR, trabajan en conjunto para desarrollar soluciones a diversos problemas a escala municipal.

Gestionar en ausencia de información territorial ha mostrado tener un impacto negativo sobre el aprovechamiento de los recursos en el ámbito local y ha atentado en muchos casos contra la posibilidad de procesos de desarrollo territorial, inclusivo y sostenible. Para poder avanzar en una planificación estratégica en el ámbito local es necesario

propiciar la generación y publicación de información geoespacial por parte de los estados municipales. Para ello se precisa una herramienta que, en primer lugar, evite la duplicación de esfuerzos derivados de la construcción de una misma información en distintas áreas de gobierno y que, en segundo lugar, garantice el acceso y la interoperabilidad de la información por parte de los diferentes usuarios. El presente trabajo se enmarca en un objetivo global que es mejorar la condición de vida de los ciudadanos de los municipios, a través de los gobiernos locales como responsables primarios de sus territorios.

El catastro argentino cumple un importante rol en la sociedad y tiene una vasta trayectoria desde tiempos inmemorables. Ha avanzado significativamente en los últimos años, en razón de los progresos tecnológicos en geoinformación y a través de las posibilidades de concreción de proyectos de desarrollo catastral. Por otro lado, se sigue avanzando en la implementación de Sistemas de Información Territorial, orientados hacia catastros multipropósitos, y de esta forma, aumenta sus potencialidades en cuanto a los servicios a prestar y brinda mayor garantía y precisión en el almacenamiento de la información jurídica y geométrica del territorio.

En el ámbito regional latinoamericano la situación es similar: conviven productos de origen EEUU con una oferta poco sistemática de la comunidad "open source", sin foco específico ni nivel de servicio adecuado. Es por ello que el planteo de esta solución verticalizada, basada en una nube nacional, con un centro de servicios profesionales conexos, conforma un aporte tecnológico diferencial en el mercado, y de carácter innovador en nuestra región.

La gestión local debe accionar mecanismos de desarrollo en varios componentes, uno de los principales es la gestión del territorio. Para ello, hemos de proveer una solución compuesta de productos de software y servicios remotos y locales a través de la asociación entre nuestra Universidad y SpaceSUR que le permitan al gobierno municipal alcanzar una nueva dinámica en pos de obtener mayor eficacia y eficiencia.

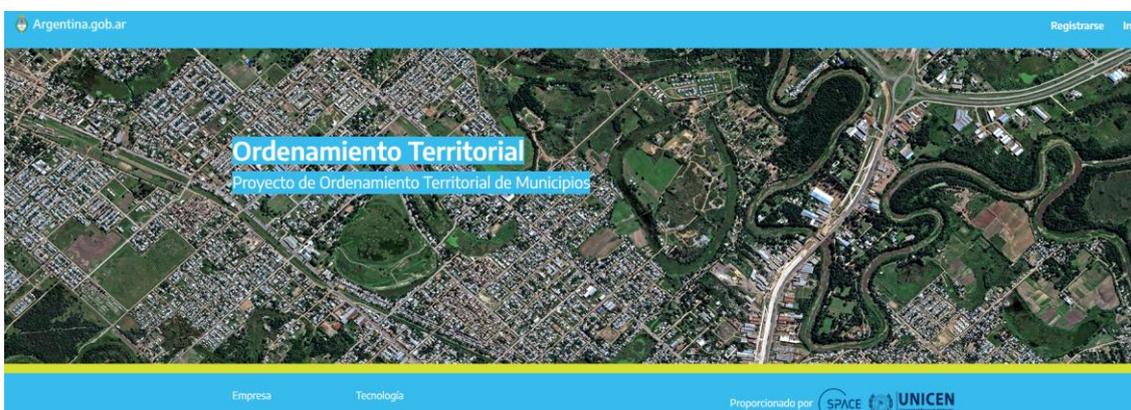
La solución propuesta se basará en la tecnología Geo.Platform como se muestra en la Figura 1, desarrollo realizado SpaceSUR, con lo cual se obtiene un control tecnológico completo sobre el proyecto y se potenciará a este producto de origen nacional. Es una plataforma web para análisis de datos desarrollada para Observación de la Tierra y monitoreo de activos, procesando información satelital junto con otras fuentes de datos para proporcionar soluciones de valor agregado especialmente adaptadas a diferentes sectores e industrias. Potenciada con algoritmos de análisis geoespacial, machine learning e inteligencia artificial, permite centralizar de forma segura y controlada la catalogación, el procesamiento y la elaboración de información geográfica y relacional, derivada de diversas fuentes como satélites, drones, radares, teléfonos inteligentes, mapas, y sistemas de información internos, entre otros.

El desarrollo de los productos teledetectados se realizó en el entorno de SentinelHUB ¹, constituyendo el cubo de datos y motor de procesamiento cloud en tiempo real que brinda procesamiento ráster, la exposición de los productos generados mediante estándares IDERA compatibles (OGC), una biblioteca de cientos de algoritmos definidos para todos los productos del catálogo Copernicus, la posibilidad de utilizar

¹ <https://www.sentinel-hub.com/>

como entrada colecciones de datos privadas y definir algoritmos a medida sobre datos del catálogo o colecciones (JavaScript para definición de nuevos algoritmos).

Figura 1. Plataforma del proyecto de Ordenamiento Territorial de Municipios.



Fuente: Portal Geo.Platform².

DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS PARA BALCARCE Y BENITO JUÁREZ

- **Superficie edificada basada en SAR³:** La utilización de imágenes SAR Sentinel-1 GRD (Ground Range Detected) de 10 metros de resolución espacial permitió detectar la extensión de la mancha urbana, empleando para ello la reflectancia sobre superficies edificadas. Se utilizaron las polarizaciones VH y VV que son útiles para resaltar edificaciones. Estas imágenes cuentan con distintos preprocesamientos: eliminación de ruido térmico, calibración radiométrica y corrección del terreno. Este producto identificó las nuevas áreas edificadas incorporadas a la mancha urbana en un momento determinado, siendo muy útil como insumo para evaluaciones multitemporales, evaluación de indicadores urbanísticos y necesidades e inversión pública y rápida detección del patrón de una ciudad.
- **Superficie edificada basada en imágenes VHR Pleiades:** La potencialidad del procesamiento de imágenes satelitales de muy alta resolución (VHR) Pleiades con una resolución espacial de 0,30 metros permitió generar nueva información sobre superficie edificada extraída para complementar la información proveniente de las áreas de catastro, rentas y ordenamiento territorial de un municipio, con el objetivo de contrastar la información declarada en el organismo público con la información

² <https://unicen.suremptec.com.ar/>

³ En las capas ráster de superficie edificada y detección de cambios basada en SAR se utilizó como complemento el catálogo de imágenes del satélite SAOCOM para evaluar cambios desde el año 2019 a 2022 aproximadamente. En este sentido las fuentes seleccionadas debían disponerse en todas las polarizaciones (QP) HH, HV, VH y VV para ajustar sus umbrales y elegir los más representativos para vincularlos con el sensor SAR.

Fuente: <https://catalog.saocom.conae.gov.ar/catalog/#/> .

observada desde el espacio. Se utilizaron 3 bandas para aprovechar la mayor variabilidad espectral, y consecuentemente, posibilidades de discriminar heterogeneidades espaciales. El proceso de expansión urbana impacta en la dinámica de ocupación del suelo, generando conflictos de competencia espacial entre los distintos usos, principalmente en aquellos territorios que integran la franja urbano-rural. Disponer de un escenario tendencial de los cambios es un insumo básico para evitar el problema de asignación ineficiente de la inversión pública territorializada en infraestructura y servicios urbanos.

- **Detección de cambios de superficie edificada basada en imágenes SAR:** Los cambios se detectan en base a dos escenas de la mancha urbana empleando imágenes SAR, a partir de las cuales se les aplica una función que combina ambas entradas generando como resultado la obtención de un único mapa que brinda información sobre los cambios en el período establecido, permitiendo identificar las áreas donde la ciudad se expande. Este producto se construye entre el par de categorías de usos del suelo edificado / no edificado.
- **Capa vectorial del Índice Landscape Expansion Index:** La finalidad de utilizar el Índice de Expansión Urbana o Landscape Expansion Index (LEI) contribuye a la obtención de información acerca de los cambios espacio-temporales en la mancha urbana, a través de su evaluación mediante imágenes satelitales multitemporales de 10 metros de resolución. A partir de su aplicación, es posible identificar tres tipos de expansión a través de las sucesiones temporales: de relleno (*infilling*), donde los patrones de crecimiento tienden a ocupar los vacíos urbanos antiguos; de borde (*edge-expansion*), donde la mancha urbana se expande sobre los bordes de la antigua; o dispersa (*outlying*), cuando nuevos parches de expansión se observan aislados de la mancha urbana antigua. En definitiva, proporciona información para un mejor entendimiento de la dinámica en los patrones de expansión urbana.
- **Clasificación de coberturas del suelo (CORINE) basada en imágenes SAR:** La elaboración de cartografía de las coberturas y usos del suelo junto con la identificación de las edificaciones representa un elemento imprescindible para la planificación y gestión territorial de los distintos estamentos gubernamentales. Las diferentes coberturas del suelo pueden discriminarse mediante clasificaciones de un espacio de atributos multivariado que puede presentar la respuesta diferencial de las coberturas en el espectro electromagnético, índices espectrales y métricas que sintetizan su dinámica temporal. Las actualizaciones periódicas del producto resultan relevantes para evaluar e identificar sectores de cambios de usos del suelo al interior de cada municipio. Se clasificaron 5 coberturas: cursos y cuerpos de agua, caminos, barbechos, suelo desnudo y vegetación escasa, pastizal y cultivos, forestaciones y edificado.
- **Clasificación de coberturas del suelo (CORINE) basada en imágenes VHR Pleiades:** La elaboración de cartografía de las coberturas y usos del suelo con una resolución espacial de 0,30 metros junto con la identificación de las edificaciones representa un elemento imprescindible para la planificación y gestión territorial de los distintos estamentos gubernamentales. Las diferentes coberturas del suelo pueden discriminarse mediante clasificaciones de un espacio de atributos multivariado que puede presentar la respuesta diferencial de las coberturas en el

espectro electromagnético, índices espectrales y métricas que sintetizan su dinámica temporal. Este abordaje permite hacer actualizaciones periódicas del producto lo que puede ser relevante para evaluar e identificar sectores de cambios de usos del suelo al interior de cada municipio. Se clasificaron 5 coberturas: cursos y cuerpos de agua, pastizales y cultivos, forestaciones, suelo desnudo y edificado.

- **Índice NDVI:** Analizar el estado de los cultivos implantados y de la vegetación en general, es un gran parámetro para determinar zonas de producción, tanto a nivel municipal como a nivel parcelario. En el plano de la gestión municipal, es importante tener un panorama general de la distribución de estas áreas dedicadas a la producción agrícola y contar con herramientas que permitan analizar tanto su desarrollo y evolución como el impacto que puedan tener sobre ellas la ocurrencia de fenómenos naturales (sequías, inundaciones o caída de granizo), o de acciones antrópicas (desmontes, derivas por aplicación inadecuada de fitosanitarios, etc.). Para esto, la utilización de índices de vegetación obtenidos a través del procesamiento de imágenes Sentinel 2 es una herramienta fundamental. El índice espectral NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada) es, sin dudas, el índice más utilizado para estudiar el estado general de la vegetación a partir de imágenes satelitales, debido a la facilidad de su cálculo y su interpretación. Este índice (y la mayoría de los índices de vegetación) se apoya en el gran contraste que presenta la vegetación vigorosa entre las distintas bandas del espectro, y singularmente entre la visible, particularmente el rojo (baja reflectancia) y el Infrarrojo cercano (alta reflectancia). Cuanto mayor sea el contraste entre esas dos bandas, mayor será la cobertura vegetal y/o el vigor de la vegetación y más clara su discriminación frente a otros tipos de cobertura. Como resultado, se obtiene un valor único por píxel que oscila entre 1 y el -1, donde los valores cercanos a 1 corresponden a zonas de alto vigor vegetal y los cercanos a 0 o -1 corresponden a los demás elementos de la superficie como zonas con suelo descubierto, cuerpos de agua o edificaciones.
- **Arbolado y espacios verdes dentro de los centros urbanos:** Las potencialidades de disponer la superficie cubierta con árboles y los espacios verdes distribuidos en toda el área urbana a partir de fuentes indirectas como los sensores de muy alta resolución (VHR) resultan de gran utilidad para fines normativos, como conocer la cantidad de área verde según zonas urbanas, las campañas de poda y el reemplazo de especies. La detección automática de arbolado urbano se basa en el cómputo de NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada), empleando las bandas R y NIR, seguido de la determinación de un umbral de corte que indica el máximo vigor de la vegetación. A partir de dicho procedimiento es posible desarrollar un algoritmo que extraiga los píxeles con árboles dentro de una escena de 0,30 metros en este caso.
- **Superficie verde en espacios verdes públicos basada en VHR:** Los espacios verdes públicos constituyen parte de una red interconectada de la infraestructura verde urbana, claves para el confort y mantenimiento de un ambiente sostenible para la población urbana. Al interior de estos espacios, el arbolado y la vegetación cumplen grandes beneficios en la conservación y aporte de servicios tanto ambientales como ecosistémicos; desde la satisfacción de necesidades sociales y culturales, el confort térmico, su rol como biorretenedores y absorción de gases

contaminantes, entre otros. Es por ello que resulta sumamente útil la información provista por este producto, dado que permitirá detectar su riesgo y deterioro, evaluar la superficie cementada, considerar el estado de los mismos y la necesidad de incrementar la superficie vegetada mediante la plantación de nuevas especies. En este sentido resulta imprescindible orientar políticas de gestión estratégicas en torno al recurso de manera sistémica dentro del ecosistema urbano. La detección automática de superficie verde y arbolado urbano se basa en el cómputo de NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada), empleando las bandas R y NIR; seguido de la determinación de un umbral de corte que indica el máximo vigor de la vegetación.

- **Superficie de espacio verde por persona:** El avance de la urbanización y la falta de control sobre la expansión de la superficie edificada en las últimas dos décadas, principalmente, han derivado en una pérdida significativa en la calidad ambiental de los centros urbanos. El indicador de superficie de espacio verde por persona a escala de radio censal (INDEC) es un buen indicador para aproximarnos a la superficie verde en espacios públicos por habitante pudiéndose diferenciar según las distintas zonas que dentro de ella se establezcan y determinar el cumplimiento o incumplimiento de la normativa vigente.
- **Índice RVI⁴:** Según los documentos técnicos provistos por CONAE, el RVI ha sido propuesto como un método para monitorear el nivel de crecimiento de la vegetación, particularmente cuando los datos de series temporales están disponibles. Constituye una variable adimensional que generalmente varía entre 0 y 1. Cuando es cercano a cero, la superficie es lisa o de baja rugosidad como por ejemplo un suelo con agua en superficie o sin vegetación y aumenta a medida que un cultivo crece o la estructura del mismo se hace cada vez más densa. El índice es capaz de registrar los cambios en la vegetación y la variación de humedad, siendo sensible a la rugosidad del terreno.
- **Superficie de barrios populares⁵:** Este producto de identificación de asentamientos urbanos precarios (barrios populares) representa una mejora de la clasificación de coberturas del suelo, haciendo especial énfasis en la información provista por el ReNaBaP (Registro Nacional de Barrios Populares). La superficie de estos espacios y la intersección con las imágenes de alta resolución (VHR) permite plantear algunas utilidades para la gestión municipal: I) estimación de la densidad poblacional en asentamientos precarios, II) identificación de población expuesta a factores de riesgo, III) localización e identificación de toma de tierras, IV) insumo para la planificación urbana, servicios socio-habitacionales y sanitarios.
- **Rutas y caminos OSM⁶:** Cada jurisdicción, a través de los organismos correspondientes, releva, mapean, actualizan y ponen a disposición, información de la red vial. Así, por ejemplo, Vialidad Nacional posee su propio inventario vial en un sistema de información geográfica (SIG-Vial). La provincia de Buenos Aires, a través de la Subsecretaría de Transporte posee su mapa vial (mapavial) a través del

⁴ RVI CONAE: Fuente: <https://geocatalogos.conae.gov.ar/>

⁵ ReNaBaP. Fuente: <https://www.argentina.gob.ar/desarrollosocial/renabap>

⁶ Open Street Map (OSM). Abril 2023. Fuente: <https://www.openstreetmap.org/>

portal de ARBA, que contiene información de la red vial de la provincia (Carto-ARBA). Sin embargo, son escasos los municipios de Argentina que poseen información de los caminos municipales o comunales, y de su tipología y estado. Ciertos ministerios como el de transporte, o el de agricultura, ganadería y pesca, podrían tener mayor información, sin embargo, los datos no aparecen publicados. En este contexto, las herramientas colaborativas surgen como una solución óptima para iniciar un trabajo de mapeo, edición y etiquetado de información vial para municipios de la Argentina. Open Street Map (OSM) lo crea una gran comunidad de colaboradores que aportan y mantienen datos sobre caminos, senderos, estaciones de ferrocarril y muchas cosas más a lo largo de todo el mundo. Sus colaboradores utilizan imágenes aéreas, dispositivos GPS, mapas y otras fuentes de datos libres para verificar que los datos sean precisos y estén actualizados. OSM es de acceso público y gratuito, por lo que se propone agregarla a la plataforma como asistencia para la planificación. El grupo de colaboradores en Argentina es OSM (OSM-Ar).

- **Desagregación espacial de datos censales basada en datos VHR:** Hay muchos problemas geográficos en los que los datos se encuentran agregados en áreas, como sucede por ejemplo en los relevamientos censales en donde lo habitual es disponer de la información demográfica en unidades zonales administrativas con distribución homogénea en toda la superficie que representan, desvirtuando de forma exagerada lo que acontece en la realidad. Para tal fin se construyó este producto que desagrega la población en parches de superficie edificada, basadas en procedimientos de superposición e intersección de polígonos, cálculos de superficies y posteriormente la creación de campos calculados aplicables para ajustar datos demográficos entre bases cartográficas con distinto nivel de agregación y delimitación espacial.
- **Evolución temporal de rellenos sanitarios y basurales:** Los vertederos, tiraderos, rellenos sanitarios o basurales son aquellos sitios geográficos, que en general ocupan unas pocas hectáreas, y en donde se deposita finalmente la basura recolectada principalmente de los grandes centros urbanos. Pueden ser oficiales (vertederos controlados) o clandestinos. Se propuso contar con una capa de serie temporal, en donde periódicamente a partir de imágenes actualizadas de muy alta resolución (VHR), se digitalice manualmente la cobertura y las características de los mismos, haciendo uso de herramientas específicas, y permitiendo visualizar y analizar su evolución en el tiempo para la toma de decisiones.
- **Superficie inundada basada en imágenes SAR⁷:** Las imágenes SAR de 10 metros de resolución espacial constituyen herramientas de gran utilidad en la gestión y planificación urbana para la detección de superficies anegadas e inundables, ya que, permiten una precisión de las áreas potencialmente vulnerables durante el análisis de un evento de características extremas. Los análisis del coeficiente de retrodispersión en condiciones secas y húmedas difieren según el modo de adquisición de los productos (SAOCOM-1 y Sentinel-1), su cobertura, nivel de

⁷ Como complemento se utilizó el catálogo de imágenes del satélite SAOCOM en fechas que coincidan con la duración del evento analizado en las imágenes SAR.

Fuente: <https://catalog.saocom.conae.gov.ar/catalog/#/>

procesamiento y su resolución espacial. Su obtención durante eventos hidrometeorológicos con alta cobertura de nubes permiten el monitoreo y seguimiento de la intensidad y duración de las precipitaciones detectando áreas anegadas / inundables durante y posterior a un evento según el período de revisita de los satélites SAOCOM-1 y Sentinel-1. A fin de complementar la obtención del área anegada y no anegada es necesario poder discriminar los cuerpos de agua permanentes. En este sentido, la utilización de las imágenes ópticas Sentinel-2 de 10 metros de resolución espacial permite obtener información a partir del cálculo de índices espectrales para diferentes objetivos de aplicación en el campo de la gestión y ordenación del territorio. En el análisis de inundaciones dos índices son los que responden a este objetivo: el NDWI y el NDWI Gao.

- **Parcelas/manzanas localidad cabecera:** Disponer de la cartografía catastral digital se convierte en un elemento crucial para la toma de decisiones a escala municipal, dado que es la base para el planeamiento urbano. Un gobierno municipal inteligente fortalece sus decisiones en base a datos y la unidad espacial mínima de almacenamiento es la parcela. A partir de ella es posible integrar y sistematizar toda la información disponible en las dependencias municipales (Obras Públicas, Obras Privadas, Catastro, Rentas y Servicios). El cruce con los datos provistos desde fuentes teledetectadas permite el cálculo de estadísticas zonales de resumen que llevan a cada parcela (o en su defecto manzana), los valores provistos por los productos satelitales. Los resultados constituyen el insumo básico para planificar, prever posibles conflictos entre usos del suelo, conocer el estado global y local del municipio, detectar inconsistencias entre datos declarados y evaluar el cumplimiento de normativas urbanísticas.
- **Parcelas del municipio:** Disponer de la cartografía catastral digital se convierte en un elemento crucial para la toma de decisiones a escala municipal, dado que es la base para el planeamiento urbano y regional. Un gobierno municipal inteligente fortalece sus decisiones en base a datos y la unidad espacial mínima de almacenamiento es la parcela. A partir de ella es posible integrar y sistematizar toda la información disponible en las dependencias municipales (Obras Públicas, Obras Privadas, Catastro, Rentas y Servicios), con los datos provistos desde fuentes teledetectadas.

RESULTADOS: VISUALIZACIÓN, ANÁLISIS Y MEJORAS DE LOS PRODUCTOS

Para la presentación de los resultados se confeccionaron en la plataforma Geo.Platform dos mapas de los municipios de Benito Juárez y Balcarce. Cada uno de ellos contiene los productos elaborados subdivididos en dos grupos de capas. Por un lado, aquellos que tuvieron como centro de análisis la localidad cabecera y su catastro (parcelas urbanas) y, en segundo lugar, los productos que se enfocaron en el ROI del municipio o departamento.

En líneas generales según la Figura 2 y la Figura 3, para la localidad cabecera encontraremos desagregados los siguientes productos:

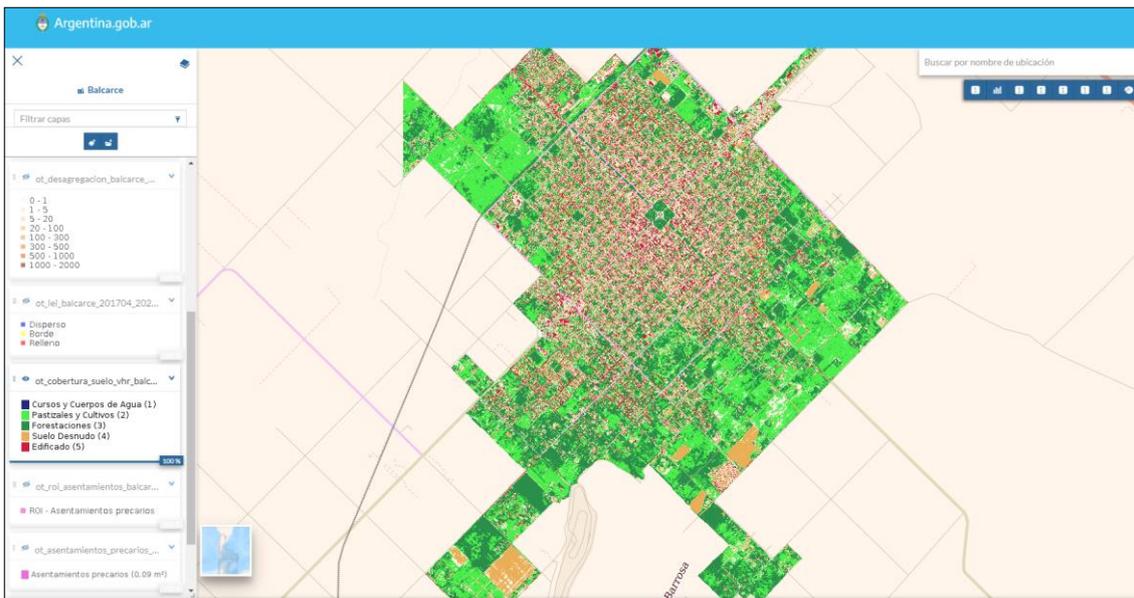
- Superficie edificada basada en SAR
- Superficie edificada basada en VHR
- Detección de cambios de superficie edificada basada en SAR
- Superficie verde en espacios verdes públicos basada en VHR
- Arbolado y espacios verdes dentro de los centros urbanos
- Superficie verde por persona basada en VHR
- Coberturas del suelo basada en VHR
- Barrios populares
- Desagregación espacial de datos censales basada en VHR
- Índice Landscape Expansion Index (LEI)
- Parcelas/manzanas localidad cabecera

Figura 2. Productos visualizados para la localidad cabecera de Benito Juárez.



Fuente: Elaboración del autor en base a la plataforma Geo.Platform.

Figura 3. Productos visualizados para la localidad cabecera de Balcarce.

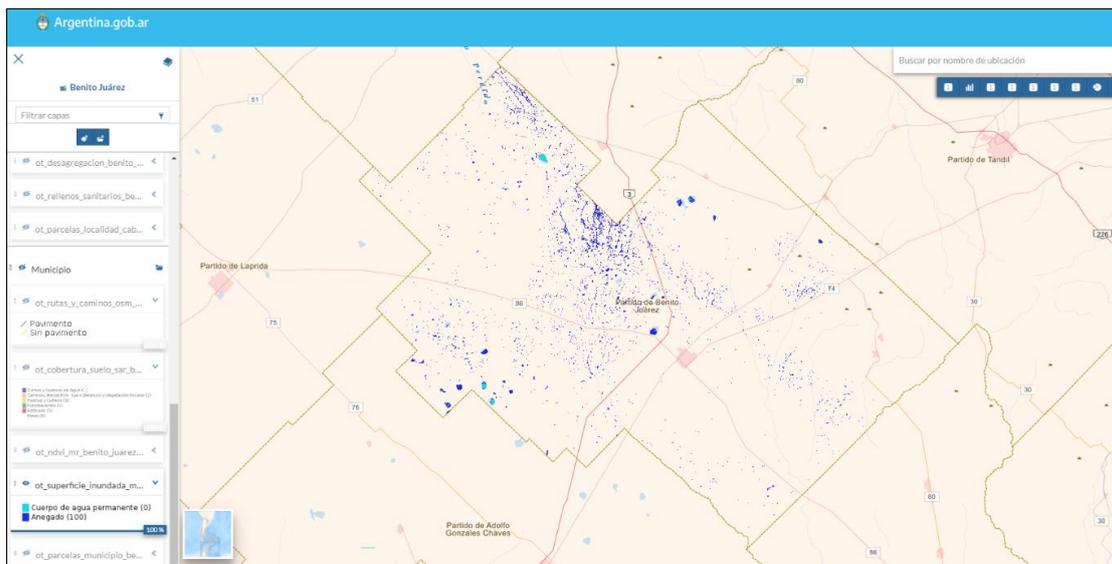


Fuente: Elaboración del autor en base a la plataforma Geo.Platform.

La Figura 4 y la Figura 5, muestran los productos cuyo análisis resulta de interés a escala del municipio:

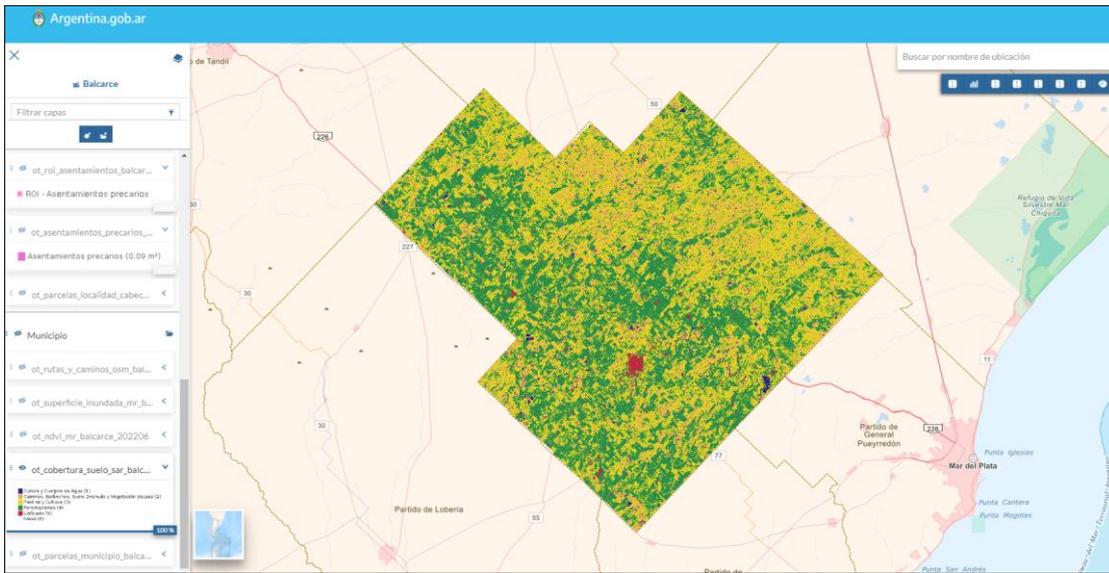
- Superficie inundada basada en SAR
- Índice NDVI
- Coberturas del suelo (CORINE) basada en SAR
- Rutas y caminos según OSM (Open Street Map)
- Parcelas del municipio

Figura 4. Productos visualizados a escala del municipio de Benito Juárez: Superficie inundada.



Fuente: Elaboración del autor en base a la plataforma Geo.Platform.

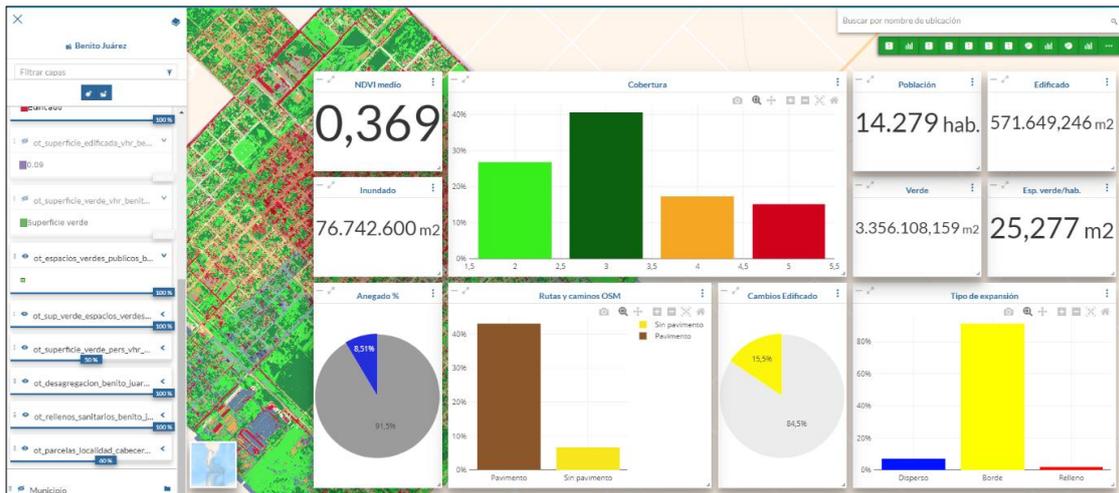
Figura 5. Productos visualizados a escala del municipio de Balcarce: Cobertura de suelo SAR.



Fuente: Elaboración del autor en base a la plataforma Geo.Platform.

La búsqueda de soluciones a partir de las demandas de los gobiernos locales permitió crear información relevante almacenada en las entidades vectoriales (variables y/o atributos) y la resultante de campos calculados de la tabla de atributos de las parcelas urbanas de la localidad cabecera. Algunos de ellos se muestran en los “widgets” de la figura 6 y la figura 7 haciendo referencia a variables de interés para cada localidad.

Figura 6. Creación de *widgets* sobre información relevante para el municipio de Benito Juárez.



Fuente: Elaboración del autor en base a la plataforma Geo.Platform.

Figura 7. Creación de *widgets* sobre información relevante para el municipio de Balcarce.



Fuente: Elaboración del autor en base a la plataforma Geo.Platform.

En ambas figuras puede observarse que las variables seleccionadas para visualizar y analizar mediante la ejecución de filtros y diferentes tipos de gráficos (barras, circulares) permiten generar otro tipo de impacto dentro de la plataforma a escala municipal y de la localidad cabecera. Por ejemplo, dentro de la localidad podemos analizar y detectar la cobertura de suelo predominante en una resolución de 10 metros y de 0,30 mts, con lo cual, permite evaluar la distribución espacial de cada clase vinculando otros productos como la detección de superficie edificada a partir de diferentes sensores y los cambios temporales de su evolución. De igual manera si ese tipo de expansión es dispersa, compacta o de relleno. Esta diversidad de productos es central para luego asociar indicadores del plan de ordenamiento y el código de zonificación de la localidad. Asimismo, interpretar el valor medio de NDVI a escala departamental permite asociar los resultados en combinación con los productos que muestran las superficies verdes en centros urbanos y en espacios verdes públicos, para luego extraer la superficie verde por habitante, de un orden macro a micro.

Finalmente, la detección de cuerpos de agua permanentes y áreas anegadas ante la presencia de un evento extremo permite evaluar algunos productos como la infraestructura verde urbana, la expansión de la superficie edificada y la distribución de rutas y caminos para detectar las áreas con dotación del servicio y su tipo (pavimentado/no pavimentado/adoquín).

Por ultimo en cuanto a las mejoras de los productos se diagramó un cuadro haciendo énfasis en la utilización de cada producto, la combinación entre ellos y la aplicabilidad que tendría dentro de las dependencias municipales para responder diversos interrogantes dentro de la planificación urbana local y regional. De manera resumida podemos plantear las siguientes consultas que deberían responder la combinación de diversos productos según las dimensiones de análisis propuestas y la escala de alcance.

Tabla 1. Preguntas a los productos según demandas de gobiernos locales

Orden	Dimensión	Escala	Producto	Consulta a producto
1	Edificaciones	Localidad cabecera	Capa ráster de superficie edificada basada en SAR	<p>¿Cuál es la superficie edificada dentro del área urbana del municipio?</p> <p>¿Cuál es la forma y extensión de la mancha urbana (edificada) de una localidad?</p>
2	Edificaciones	Localidad cabecera	Capa ráster de cambios de superficie edificada basada en SAR	<p>¿Hacia dónde se expande la ciudad? para anticipar procesos de acondicionamiento en nuevas áreas residenciales, como servicios básicos e infraestructura urbana.</p> <p>¿Cuál es el porcentaje de expansión del área edificada de una ciudad? ¿Cuál es el comportamiento de la mancha urbana respecto a un periodo anterior?</p> <p>Coincide con lo previsto en el Plan de Ordenamiento Territorial? Es decir, ¿Las áreas a densificar, se densifican? ¿Las áreas a preservar, se preservan?</p> <p>¿En qué sectores de la ciudad se observan inconsistencias con respecto a los indicadores urbanísticos del Plan de Desarrollo Territorial?</p> <p>¿Qué áreas están siendo urbanizadas y cuáles son las características de esas áreas (por ejemplo, uso anterior del suelo)? Esto puede ayudar en la planificación de la infraestructura necesaria.</p> <p>¿Qué políticas o medidas se pueden implementar para manejar la expansión urbana y minimizar su impacto negativo? Esto puede incluir la implementación modificaciones de indicadores en los planes de ordenamiento territorial, la creación de áreas protegidas, la promoción del transporte público, etc.</p>
3	Edificaciones	Localidad cabecera	Capa vectorial de índice Landscape Expansion Index	<p>¿Esta ciudad se expande de manera compacta, de borde o dispersa? ¿Cuál es la magnitud de cada uno de dichos asentamientos?</p>
4	Edificaciones	Localidad cabecera	Capa ráster de clasificación de cobertura de suelo (CORINE) basada en VHR	<p>¿Cuál es la cobertura de usos del suelo en el municipio?</p> <p>¿Cómo gestionar y localizar las nuevas urbanizaciones en lugares con infraestructura óptima que implican un mejor desarrollo local/municipal?</p> <p>¿Cuáles son las áreas potenciales de amortiguación para futuras incorporaciones a lo urbano?</p> <p>¿Cuál es la proporción entre usos?</p> <p>¿Cuál es la distribución de las coberturas pensando en fines ecológicos/ambientales?</p>
5	Edificaciones	Localidad cabecera	Capa raster de superficie edificada basada en VHR	<p>¿Cuál es la superficie edificada en el área urbana? ¿Se adecúa la superficie edificada a los indicadores de FOS e impermeabilización en cada parcela? ¿Coincide con lo declarado en el municipio?</p>
6	Área verde	Localidad cabecera	Capa ráster de arbolado y	<p>¿Cómo se distribuyen los espacios verdes públicos/privados dentro del centro urbano?</p>

			espacios verdes dentro de los centros urbanos	<p>¿Los espacios verdes públicos son realmente espacios verdes?</p> <p>¿Dónde apuntar políticas de mejoramiento o incorporación?</p> <p>¿Cómo es la relación edificado/espacio verde en general o al interior de la parcela/manzana?</p>
7	Área verde	Localidad cabecera	Superficie de espacio verde por persona	<p>¿El municipio cumple con la normativa actual de m2 de espacios verdes por habitante?</p> <p>¿Dónde debo reforzar o incorporar más espacios verdes al interior de mi ciudad para llegar al objetivo?</p>
8	Población	Localidad cabecera	Capa vectorial de desagregación espacial de datos censales basada en datos VHR	<p>¿A cuánta población/vecinos beneficia esta nueva inversión en infraestructura pavimento/gas/cloacas?</p> <p>Ante la posibilidad de pavimentar ¿Cuál serían aquellas calles en las que mayor cantidad de vecinos se verían beneficiados y/o contribuirían al pago de la obra?</p> <p>¿Qué cantidad de población residen este/estos barrios?</p>
9	Edificaciones	Localidad cabecera	Capa ráster de identificación de asentamientos urbanos precarios	<p>¿Cuál es la ubicación de los asentamientos precarios en las ciudades?</p> <p>¿Cuál es la relación entre la expansión de los asentamientos precarios y la cobertura de servicios e infraestructura urbana básica?</p> <p>¿Cuál es la relación entre los asentamientos precarios y la superficie edificada en general de la ciudad?</p> <p>¿Los nuevos asentamientos precarios se ubican en zonas de espacios verdes públicos?</p> <p>¿Los nuevos asentamientos precarios se ubican en zonas inundables?</p>
10	Residuos	Localidad cabecera	Capa vectorial temporal de evolución de rellenos sanitarios y basurales	<p>¿Dónde se localizan los basurales? ¿Cómo evolucionan los basurales?</p>
11	Vialidad	Municipio	Capa vectorial de rutas y caminos	<p>¿Cuál es el estado de las rutas y caminos?</p>
12	Edificaciones	Municipio	Capa ráster de clasificación de cobertura de suelo (CORINE) basada en SAR	<p>¿Cómo es la distribución de coberturas y usos del suelo a nivel departamental?</p> <p>¿La evolución de los usos del suelo responde a un fenómeno de expansión agrícola, urbana, industrial?</p> <p>¿Cuál es la superficie de tierras productivas?</p>
13	Área verde	Municipio	Capa ráster de índice NDVI	<p>¿Cuáles son las zonas de mayor producción agrícola dentro del partido?</p> <p>¿Cuál es el estado general de esos cultivos y que estimaciones de producción puedo obtener?</p> <p>¿Cómo impactan fenómenos naturales, como</p>

14	Área verde	Municipio	Capa ráster de Índice RVI	inundaciones, heladas, sequías, incendios, etc. en dicha producción y cuanto material vegetal se pierde o recupera? (análisis multitemporal).
15	Inundaciones	Municipio	Capa ráster de superficie inundada	¿Cuál es el área afectada por un evento extremo? ¿Cuál es la proporción de superficie productiva afectada? ¿Se encuentra dentro de Emergencia Agropecuaria? ¿Se observa alguna recurrencia en las áreas afectadas desde eventos históricos? ¿Qué obras pueden ser necesarias para mitigar los impactos? ¿Tiene influencia la expansión de suelo urbano en la recurrencia de eventos? ¿En qué medida? ¿Qué relación existe entre las áreas anegadas y la escasa disponibilidad de superficies verdes?

Fuente: Elaboración del autor en base a la plataforma Geo.Platform.

CONSIDERACIONES FINALES

Actualmente estamos transitando un período de gran avance en materia de tecnología satelital para la observación de la tierra, en sistemas de grandes datos geoespaciales, lo que contribuye al desarrollo tecnológico del paradigma de ciudades inteligentes y sostenibles.

El análisis de cada uno de los productos y la interoperabilidad dentro de la plataforma web permitió brindar capacidades teórico-prácticas básicas de los sistemas de información geográfica (SIG) y de los sistemas de Observación de la Tierra, haciendo foco en las particularidades y necesidades de los municipios para acompañarlos en los procesos de transformación digital y la modernización de los mismos.

Es necesario destacar que las primeras mejoras de los productos se enmarcaron con el complemento de imágenes SAOCOM para evaluar los resultados de los sensores SAR para la detección de áreas anegadas, cuerpos permanentes y los productos de edificaciones y detección de cambios; se utilizaron bases de datos disponibles del ReNaBap para identificar barrios populares, se recurrió a la disponibilidad de información cartográfica del IGN, a la utilización del modelo de aguas superficiales y los DEM ALOS PALSAR para validar resultados y a la de OSM para reconstruir las rutas y caminos a escala municipal. El desafío continúa en garantizar la interoperabilidad de los productos cuyo objeto de análisis sea la parcela y permita favorecer su escalabilidad a más municipios.

El último eslabón del proyecto estuvo orientado al desarrollo de capacitaciones en cada uno de los municipios. La participación en los encuentros fue destinada a funcionarios, profesionales y técnicos en municipios que desempeñen tareas en el campo de la formulación, diseño e implementación de políticas urbanas y regionales; así como a empresas en general, sus gerentes y responsables de planificación y proyectos, pensando en hacer más eficiente los procesos de planificación y gestión. Concluida la capacitación básica en herramientas y aplicaciones geoespaciales, se dio lugar a una serie de encuentros entre representantes de áreas técnicas de ambos municipios y el equipo de trabajo UNICEN/SpaceSUR desarrollada entre los meses de marzo y mayo

del año 2023 en la FCH-UNICEN y en los municipios de Balcarce y Benito Juárez. Las jornadas de trabajo fueron pensadas con el objetivo de generar un espacio de intercambio para la mejora y optimización, tanto de los resultados como de los mecanismos de obtención de la información geoespacial, y durante las mismas se explicaron los productos propuestos por el equipo UNICEN/SpaceSUR para labores municipales y se coordinaron actividades asociadas a la adaptación, mejora e implementación de la plataforma digital. Las mejoras de los productos basadas en la precisión y escalabilidad se orientaron a fin de responder a una serie de demandas relacionadas con dimensiones como edificación, área verde, población, residuos, vialidad e inundaciones, las cuales fueron analizadas en el apartado anterior.

Para concluir un gobierno municipal inteligente debe fortalecer sus dependencias municipales y para ello dotarlas de un Sistema de Información Territorial Urbana y Rural que integre y sistematice toda la información catastral disponible y el desafío de estos proyectos consiste en ampliar, fortalecer, escalar y acompañar a los diferentes municipios en la incorporación de tecnologías geoespaciales y satelitales que ayuden e impacten positivamente en la gestión o toma de decisiones de gobierno, al mismo tiempo que generen la transformación digital de los organismos locales.

BIBLIOGRAFÍA

Ackermann, G. and Mering, C. (2007). Extracción de áreas construidas a partir del análisis de imágenes satelitales SPOT. En Rivas, R., Grisoto, A. and Sacido M. (ed.). *Teledetección. Hacia un mayor entendimiento de la dinámica global y regional.*, pp. 369-376. UNCPBA.

Alonso, A.; de Cos Juez, F.; Bello-García, A.; Ortega-Fernández, F.; García, R. (2008). Detección, diferenciación y digitalización automática de cubiertas vegetales en entornos urbanos a través de imágenes en espectro visible e infrarrojo. *20 Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica*, Valencia. 8 p.

Belmonte I.; Caamaño S. (2009). Una aplicación basada en imágenes SAR para el monitoreo y prevención de inundaciones en Argentina. Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Universidad Nacional de Córdoba Argentina. Disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/19/14976.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Carvacho Bart, L.; Sánchez Martínez, M. (2010). Comparación de índices de vegetación a partir de imágenes MODIS en la región del Libertador Bernardo de O'Higgins, Chile, en el periodo 2001-2005. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.). *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.

Chuvieco Salinero, E. (2002). *Teledetección Ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio*. Ariel Ciencia. 592 p.

ESA (Agencia Espacial Europea). 2015. Sentinel-2 User Handbook. https://sentinel.esa.int/documents/247904/685211/Sentinel-2_User_Handbook

Escalona, M.; Maurice, J.; Lazalde Valdez, R. (2015). *Avances y Perspectivas de Geomática con Aplicaciones Ambientales, Agrícolas y Urbanas*. Capítulo 2: Imágenes de radar de apertura sintética y conceptos básicos de polarimetría. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/301247047_Imagenes_SAR_y_Conceptos_Basicos_de_Polarimetria

Gianni, C. I.; Gianni L.; Dell'Acqua, F.; Queiroz Feitosa, R.; Gilson, A. O.; da Costa, P.; Gamba, P. (2014). Urban Area Extent Extraction in Spaceborne HR and VHR Data Using Multi-Resolution Features. *Sensors*, 14, pp. 18337-18352.

Gorelick et al. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment* 202, pp. 18-27. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0034425717302900?token=D94CBDF8A52D9844114AF3436F57107E172F665A1E8F905B2D97E05E5250BBB788704C34069D64C6B48621653D340D7A&originRegion=us-east-1&originCreation=20220110150844>

Hernandez, J.; y Dobbs, C. (2015). Evaluación y Seguimiento de la Vegetación Urbana. Disponible en: <https://www.researchgate.net/>

Lara, B. y Gandini, M. (2014). Quantifying the land cover changes and fragmentation patterns in the Argentina Pampas, in the last 37 years (1974-2011). *GeoFocus*, 14, 163-180.

Linares, S., Iturrioz, I. y Di Nucci, J. (2022). La expansión urbana de la ciudad de Tandil 1991-2020 mediante el uso de Landscape Expansion Index (LEI). *Pleamar*. Revista del Departamento de Geografía, (2), 59 - 77. Recuperado de: <http://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/pleamar/index>

Linares, S. y Rosso, I. (2016). Evaluación de métodos de desagregación espacial de datos censales en áreas urbanas mediante Tecnologías de Información Geográfica. En Lan, D. (Coord.). Geografías en diálogo: aportes para la reflexión. *Cuartas Jornadas Nacionales de Investigación y Docencia en Geografía Argentina y Décimas Jornadas de Investigación y Extensión del Centro de Investigaciones Geográficas*. Facultad de Ciencias Humanas - UNCPBA/CONICET. Tandil, Buenos Aires, Argentina.

Mennis, J. (2003). Generating surface models of population using dasymetric mapping. *The Professional Geographer*. 55(1), pp. 31-42.

Mostafa, H.; Shoaib, Y.; Mostafa, Y.; Abbas, A. (2020). Building Extraction From Very High-Resolution Satellite Images for Map Updating in Egypt, JES, Assiut University, Faculty of Engineering, Vol. 48, No. 5, pp. 845-868.

Muñoz, M.; Carreño Conde, F. (2019). Monitorización de inundaciones mediante radar SAR (SENTINEL-1). Disponible en: https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:xDxY9UqYra4J:https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/41791/TFM_DeMata_Munoz_2019.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy+&cd=9&hl=es&ct=clnk&gl=ar

Patero, P. (2020). Clasificación supervisada de la cobertura del suelo mediante el algoritmo Random Forest en un área de la Provincia de Toledo (España). <https://rpubs.com/pplatero/602096>

Picone, N. y Linares, S. (2014). Propuesta metodológica para la extracción y análisis de densidades urbanas mediante teledetección y SIG. Caso de estudio: ciudad de Tandil,

Argentina. *Revista Universitaria de Geografía*. Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur. Volumen 23 N° 2. pp. 77-96. ISSN 0326-8373. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/reuge/v23n2/v23n2a02.pdf>

Rodríguez-Moreno, Víctor M.; Bullock, Stephen H. (2013). Comparación espacial y temporal de índices de la vegetación para verdor y humedad y aplicación para estimar LAI en el Desierto Sonorense. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Vol.4 Núm.4.

Santos Preciado, J. M. (2015). La cartografía catastral y su utilización en la desagregación de la población. Aplicación al análisis de la distribución espacial de la población en el municipio de Leganés (Madrid). *Estudios Geográficos*. LXXXV, I (278), 309-333.

Sleeter, R. & Gould, M. (2008). Geographic Information System Software to Remodel Population Data Using Dasymetric Mapping Methods - U.S. Geological Survey Techniques and Methods 11-C2, 15 p.

Szigarski, C. et al. (2018). Analysis of the radar vegetation index and potential improvements. *Remote Sensing*, 10 (11), pp. 1-15.

Hermosilla, L. A. Ruiz y J. A. Recio (2010). Detección automática de edificios mediante imágenes de alta resolución y datos Lidar para la actualización de bases de datos cartográficas en entornos urbanos. *Revista de Teledetección*, pp. 34: 89-93.

Valdez Lazalde, R.; De Los Santos Posadas, H.; González Guillén, M. (2005). Estimación de cobertura arbórea mediante imágenes satelitales multiespectrales de alta resolución. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/302/30240311.pdf>

Weng, Q., Quattrochi, D.A. y P. Gamba. (2018). *Urban Remote Sensing* (Second Edition). Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor and Francis, 315 p.

Liu, Xia Li, Yimin Chen, Zhangzhi Tan, Shaoying Li, Bin Ai (2010). A new landscape index for quantifying urban expansion using temporal remotely sensed data. *Landscape Ecol.* 25:671-682.

FUENTES WEB

Catálogo SAOCOM 1A. Documentación y Tutoriales. Disponible en: <https://catalogos.conae.gov.ar/catalogo/catalogoSatSaocomDocs.html>

Copernicus: Sentinel-2 — The Optical Imaging Mission for Land Services: <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/c-missions/copernicus-sentinel-2#spacecraft>

CORINE Land Cover. Land Monitoring Service, Copernicus. <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>

Índice Radar de Vegetación (IRV) - SAOCOM - Documento técnico CONAE.

Disponible en:

<https://documentoside.conae.gov.ar/public/docs/prd/sao1a/sar/irv/Documento%20Producto%20Indice%20de%20Vegetacion%20radar%20-%20SAOCOM.pdf>

Introducción al procesamiento de imágenes SAR. Disponible en: <https://eo-college.org/resource/procesamiento-y-analisis-de-datos-de-sar/>

Mapeo de inundaciones con imágenes Sentinel 1 (Sentinel Hub): <https://custom-scripts.sentinel-hub.com/#sentinel-1>

Mecanismos de retrodispersión de las imágenes de radar de apertura sintética. Disponible en: <https://aguaysig.com/mecanismos-de-retrodispersion-de-las-imagenes-sar/>

Misión satelital SAOCOM. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/conae/misiones-espaciales/saocom>

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Disponible en: <https://eos.com/make-an-analysis/ndvi/>

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) Landsat. Disponible en: <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-normalized-difference-vegetation-index>

Podest, Erika. Conceptos Básicos del Radar de Apertura Sintética. NASA - Applied Remote Sensing Training. Disponible en: <https://appliedsciences.nasa.gov/sites/default/files/Session1-SAR-Spanish.pdf>

© Ma. Lorena La Macchia, Bruno Lara, Mauro Ortmann, Santiago Linares, Hernán Rodríguez, Sebastián Balbarani, Candela De Titto.

La Macchia, M.; Lara, B.; Ortmann, M.; Linares, S.; Rodríguez, H.; Balbarani, S.; De Titto, C. (2023). Desarrollo e implementación de un Sistema Integral de Información Satelital para la gestión y planificación urbana en gobiernos locales. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GeoSIG)*. 15(25) Sección I:1-20

On-line: www.revistageosig.wixsite.com/geosig

Recibido: 12 de noviembre de 2022

Aceptado: 18 de abril de 2023