IDERA
Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina

LA PLATA | 2, 3 y 4 de Julio de 2025

XIX JORNADAS IDERA
PROVINCIA DE BUENOS AIRES

"Proyectando ecosistemas geoespaciales inteligentes"



Ideba INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES
IGN Instituto Geográfico Nacional REPÚBLICA ARGENTINA
GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES
CFI CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Edición digital Libro de Actas de las XIX Jornadas de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina. Publicado en diciembre de 2025. Compilado y editado por el Grupo Técnico de Trabajo Academia y Ciencia.

Edición: Sara M. Boccolini y Laura Rita Balparda

Diseño interior y maquetación: Sara M. Boccolini

Instituto Geográfico Nacional
Ponencias de las XIX Jornadas IDERA 2025 ; Compilación de Sara Boccolini ; Laura Balparda. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Instituto Geográfico Nacional, 2025.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-4101-56-3

1. Geografía. 2. Geografía Argentina. 3. Geografía y Oceanografía. I. Boccolini, Sara, comp. II. Balparda, Laura , comp.
CDD 900

Cada uno de los trabajos presentados en este libro fue aprobado para su presentación por dos evaluadores pertenecientes al Comité Evaluador y un evaluador perteneciente al Comité Editorial. Este libro cuenta con una revisión final donde el Comité Editorial ajustó el estilo de los textos según las normas de publicación de las Jornadas IDERA. No obstante, el contenido de la información, los datos y las opiniones vertidas en cada uno de los trabajos, así como también el uso de las licencias en cada una de las tablas y figuras es responsabilidad de cada autor, autora o conjunto de autores.

Publicación realizada bajo la licencia *Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International*. Las características de esta licencia pueden consultarse en:

https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

Ponencias de las

XIX Jornadas IDERA

IDERA 2025

PROYECTANDO ECOSISTEMAS ESPACIALES INTELIGENTES

Sara M. Boccolini
y Laura Rita Balparda
(Editoras)

2, 3 y 4 de julio de 2025
La Plata, Buenos Aires, Argentina

PRÓLOGO

Las XIX Jornadas de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA), celebradas entre los días 2 y 4 de julio de 2025 en La Plata, provincia de Buenos Aires y organizadas por IDERA en conjunto con IDEBA, fueron un hito para nuestra comunidad geoespacial, a partir de su amplia convocatoria, cantidad de invitados internacionales y su variada oferta de actividades.

Este libro digital, editado por el *Grupo Técnico de Trabajo Academia y Ciencia* de IDERA, recopila los más de sesenta desarrollos e investigaciones de SIG e IDE que conformaron el programa académico de las XIX Jornadas IDERA. Los trabajos que integran este libro, reunidos en ocho bloques principales, abordan diversos ejes, desde la aplicación de nuevas tecnologías de innovación y ciencia de datos hasta la elaboración de cartografías temáticas y proyectos de planificación estratégica del territorio.

Las ponencias, informes técnicos y pósteres científicos que integran este volumen evidencian la importancia del trabajo multidisciplinario y el impacto de las IDE en diversos campos, como la gestión de riesgos, medio ambiente, infraestructura, salud, ordenamiento territorial, seguridad, entre otros.

El resultado es un libro de referencia para investigadores, profesionales y estudiantes, para potenciar los proyectos de investigación y gestión de la información geoespacial.

Agradezco a los autores de los trabajos que componen este volumen, provenientes de unidades académicas, organismos públicos y empresas de todo el país.

MY (R) Ing. Geógrafo **Marcelo Fabián ANCAROLA**

Presidente del Instituto Geográfico Nacional

Secretario Ejecutivo de la

Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina

Comité Científico

Laura Rita Balparda
Universidad Nacional de Rosario

Federico Gastón Barragán
Universidad Nacional del Sur

María Alejandra Barrera
Universidad Nacional de Catamarca

Sara M. Boccolini
Centro de Investigaciones y Estudios sobre Cultura y Sociedad
(CONICET-UNC)

Nicolás Caloni
Universidad Nacional de General Sarmiento

Ricardo Castro
Universidad Nacional de Villa María

Carlos Catalini
Universidad Católica de Córdoba

Cecilia Cornero
Universidad Nacional de Rosario

Daniel Del Cogliano
Universidad Nacional de La Plata

María Alejandra Fernández
Universidad Autónoma de Entre Ríos

Mariana Gasparotto
Universidad Nacional Tres de Febrero

Diego Alejandro Germán López
Universidad Nacional de Rosario

Nora Lucioni
Universidad de Buenos Aires

Cristina Massera
Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco

Diego Luciano Mestre
Universidad Nacional de Rosario

Marcela Montivero
Universidad Nacional de Catamarca

Hernán Morales
Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba

Mario Piumetto
Universidad Nacional de Córdoba

Liliana Ramírez
Universidad Nacional de del Nordeste

Luis Reynoso
Universidad Nacional del Comahue

Marcelo Savio
Universidad Nacional de Catamarca

Adela Tisnés
Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires

Sandra Torrusio
Universidad Nacional de La Plata

Alejandro Vargas
Universidad Nacional de Misiones

Comité Editorial

Johanna Arias
Universidad Nacional del Sur

Augusto Ávalos
Universidad Nacional de La Plata

Laura Rita Balparda
Universidad Nacional de Rosario

María Alejandra Barrera
Universidad Nacional de Catamarca

Sara M. Boccolini
Centro de Investigaciones y Estudios sobre Cultura y Sociedad
(CONICET-UNC)

Cecilia Cornero
Universidad Nacional de Rosario

Fernando Díaz Pacífico
Universidad Nacional de Rosario

María Alejandra Fernández
Universidad Autónoma de Entre Ríos

Rocío Galarza
Universidad Autónoma de Entre Ríos

Ana Paula Gutierrez
Universidad Nacional de Rosario

Lucía Laffeuillade
Universidad Nacional del Sur

Diego Alejandro Germán López
Universidad Nacional de Rosario

Cristina Massera
Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco

Marcela Montivero
Universidad Nacional de Catamarca

Erlinda del Valle Ortiz
Universidad Nacional de Catamarca

Magui Soria
Universidad Tecnológica Nacional

Adela Tisnés
Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires

Alejandro Vargas
Universidad Nacional de Misiones

Tabla de contenidos

PRÓLOGO 4

Comité Científico 5

Comité Editorial 7

BLOQUE 1

**Infraestructuras de Datos Espaciales:
Normalización y estándares 17**

**Movilidad en AMBA Sur y SIG:
Insumos para una futura IDE institucional en la UNAJ 18**

Gastón Cirio, Maria Aversa

**TIG aplicadas al ordenamiento ambiental
del espacio costero en la provincia del Chubut 28**

Bianca Vanesa Freddo, Cristina Beatriz Massera

**MI BaRDO:
Aplicación web para visualización y descarga de datos oceanográficos 46**

Harold Fenco, Ana Baldoni

**Vocabularios controlados en GeoNetwork:
Enriqueciendo metadatos para la Red de Observación Marina Argentina . 56**

Pablo Rosales, Carlos De Marziani y Ana Baldoni

**Uso de Mapbox Vector Tiles en la gestión de datos geoespaciales:
Servidor MVT-Rust-Agil-Simple 70**

Fernando Jose Jachuf, Carlos Alberto Salinas

BLOQUE 2

Infraestructuras de Datos Espaciales y ambiente 86

Integración de geotecnologías para el inventario de biodiversidad y calidad de agua en el Parque Municipal Salto Küppers, Eldorado (Misiones) 87

Yanina Andrea Caffetti, Felipe Sodré Mendes Barros, Rubén Cinauski, Maria Silvia Vera Laceiras

Detección de basurales a cielo abierto con técnicas de inteligencia artificial: Una herramienta para gobiernos locales 91

Estanislao Pahn, Leandro Rodríguez, Antonio Vázquez Brust, Brenda Walter

Indicadores satelitales para el monitoreo del estado hídrico regional Buenos Aires, marzo 2025 99

Andrea Alejandra Drozd, Carlos Castillo, Silvio Colombo

Innovación en salud pública
Uso de SIG para combatir el Dengue en la ciudad de Mendoza 114

Carla Soledad Cuccia, Luciano Pedro Santoni, Rocío Camila Aroca Vargas, Mario Alberto Candela, Octavio Zamorano Flores

BLOQUE 3

Infraestructuras de Datos Espaciales y gobernanza 123

La IDE de Estados Unidos
Procesos y convergencias en un modelo impulsado por políticas de Estado y coordinación institucional 124

Carlos Gabriel Asato

Sistema de gestión de operaciones con VANT
de la Secretaría de Producción de Tucumán 133

Mónica Paola Odstrcil, Ana Gabriela Aguilar, Luciana Paz, Florencia Olivera, Augusto Gutiérrez

Desarrollo de herramientas de monitoreo automatizado
de atributos del Catálogo de Objetos Geográficos de IDERA 140

Luis Reynoso

Tablero sobre geoservicios WCS: Integración de Python y R para el monitoreo automatizado de servicios geoespaciales 154

Luis Reynoso

Valuación masiva del suelo urbano en el Gran La Plata mediante técnicas de machine learning 168

Juan Pablo del Río, Gisel Andrade, Renaldo Coletti, Marcos May, Pilar Pi Puig, Marcelo Ríos, Federico Percossi, Ezequiel Iusef, Tomás Rodríguez

BLOQUE 4

Infraestructuras de Datos Espaciales y vulnerabilidad social 192

Caracterización de barrios de Bahía Blanca (Argentina) con base en indicadores censales Una aplicación de análisis espacial mediante QGIS 193

Marina Tortul

Caracterización territorial del entorno de Nodos COPRETI Accesibilidad como indicador de vulnerabilidad 214

Andrés Maldonado

Registro de abordajes psicosociales de personas en situación de calle basado en TIG. Ciudad de Mendoza (Argentina) 235

Carla Soledad Cuccia, Luciano Pedro Santoni, Rocío Camila Aroca Vargas, Mario Alberto Candela, Octavio Zamorano

Mapeo de los cuidados con técnicas de inteligencia territorial para identificar brechas de oferta y demanda 243

Samanta Aleso, Cristian Matías Wörner, Sebastián Nicolás Martinez, David Curbela, Graciela Noemí Sanagua

Brecha de Género en los Impactos Ambientales: El caso de la Inundación de Bahía Blanca, Argentina 258

ONU-Mujeres, Argentina y Dirección Provincial de Estadística de la Provincia de Buenos Aires (2025), Malena Monteverde, Silvia Tomás

BLOQUE 5

**Infraestructuras de Datos Espaciales,
Sistemas de Información Geográfica, servicios e infraestructura 287**

**Índice de cobertura de servicios de básicos de infraestructura
Mapa de cobertura de servicios y población cubierta
en los 40 municipios de la Región Metropolitana de Buenos Aires 288**
María Silvia Tomás, Federico Ferella y Diego Rusanky

**Encuesta de caracterización del turista:
Una experiencia de innovación con SIG en la ciudad de Mendoza 303**
Rocío Camila Aroca Vargas, Carla Soledad Cuccia, Luciano Pedro Santoni,

Mario Alberto Candela, Octavio Zamorano Flores

**Análisis geoespacial de siniestros viales en Misiones:
Web scraping y georreferenciación de datos (2022-2023) 311**

Felipe Sodré Mendes Barros, Claudia Maria Vargas y Alejandro Roberto Vargas

**Relevancia de la IDE en la gestión de caminos rurales: Normalización,
jerarquización y priorización para el desarrollo territorial 320**

*María Luz Fuentes, Gastón Asis, Axel Elseser, Celina A. Farías, Hernán M. Morales,
Franco Mugnaini, Leonardo Sandon, María Sol Villella*

BLOQUE 6

**Infraestructuras de Datos Espaciales
y Sistemas de Información Geográfica Institucionales 339**

**Implementación de una IDE en el ámbito de la salud
Experiencia desde el Observatorio Alimentario Nutricional
de la Universidad Nacional de Mar del Plata 340**

Fernando G. Sabuda, Monica Tomas, Marcelo Farenga, Lorena Lazaro Cuesta

**Aportes del Área TIGyAE del CIG-FaHCE:
Institucionalización, experiencias y proyecciones 350**

*Gastón Cirio, Ludmila Cortizas, Santiago Báez, Sebastián Mantegna,
Gabriela Dambra*

Propuesta de implementación de una Infraestructura de Datos Espaciales para la Universidad Nacional de Rosario 364

Laura Rita Balparda, Diego Luciano Mestre, Ramiro Ignacio Mata, Diego Alejandro Germán López, María Alejandra Barrera, Agustín Ibars, Rosa Laura Moses, Sabina Fanelli, María Cecilia Torralba, Paola Bongiovani, María Cristina Pacino, Raúl Luis Paradela, Ana Casali, Fernando Roda, Marcela Elizabeth Montivero, Elena Gabriel Chicaiza Mora, Cristian Ignacio Bevacqua

Observatorio del Gran La Plata
Hacia la conformación de un Nodo IDE Institucional 398

Emiliano Alvarez Zanelli, Dante Andrés Barbero

La IDE del Conurbano y su interacción con el Observatorio del Conurbano Bonaerense: Una experiencia de vinculación académica 411

Nicolás Caloni, Paula Segovia

BLOQUE 7

Infraestructuras de Datos Espaciales, Sistemas de Información Geográfica, visualización y ordenamiento territorial 419

Geoportal Post-ciudad
Lecturas de los territorios urbanos argentinos a comienzos del siglo XXI 420

Sara M. Boccolini

SITMuNet
Sistema de información territorial interoperable para la planificación sostenible del departamento Pomán en Catamarca (Argentina) 447

Marcelo E. Savio, Maria de los A. Luna, Marcela E.Montivero, Erlinda del V. Ortiz

Pasos para el registro de información geoespacial en una IDE
Trazabilidad e inventario 455

Johanna Arias, Federico G. Barragán, Alejandra M. Geraldi, Lucia M. Laffeuillade

Herramientas geoespaciales para la gestión pública
Avances y consolidación del Geoportal de Ordenamiento Ambiental del Territorio (Proyecto PNUD AR/19/G24) 476

Nicolás Caloni, Luis Dóvalo, Pamela Zamboni

BLOQUE 8

**Infraestructuras de Datos Espaciales,
Sistemas de Información Geográfica, visualizaciones y aplicaciones 491**

**Información geográfica abierta
El recorrido del geoportal Mapas Córdoba
para alcanzar 10 millones de visitas 492**

Lucio Scardino, Gabriela Sola, Hernán Morales

**Mapa de la Investigación de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo
(Universidad Nacional de La Plata) 513**

Abril Cereceda, M. Julia Cassano, Amalia M. Luy, M. Paula Sahores, Sandra Torrusio

**Mapas de imágenes aéreas
Herramientas para el conocimiento
del territorio de la Provincia de Córdoba 527**

Antonella Carena, Francisco Gaguine, Fernando Galarza y Hernan Morales

**Procesamiento del Censo 2022 en Comodoro Rivadavia
Metodologías para la obtención de datos censales por barrios 538**

Gustavo Ángel López; Agustín Alejandro Rodríguez

**Sistema de Información Ambiental de Luján
Avances tecnológicos y procedimentales para la integración con la IDE-Luján
(Buenos Aires, Argentina) 549**

*Daniel E. Lanson, Rocio Nieto, Marcelo Mojica, Juan Manuel Fernández,
Adriana Rosenfeld, Alicia N. Iglesias*

PÓSTERS CIENTÍFICOS 562

Estimación de biomasa mediante un enfoque multi-sensor 563

Facundo Boladeras, Fernando Tentor, Pablo Aceñolaza y Walter Sione

**Análisis de usos del suelo
aportados en OpenStreetMap en los partidos de Pergamino y Luján
Aplicación del paquete osmlanduseR 565**

Andrés Esteban Duhour, Federico Gazaba, Franco Ranucci

Acercando la información al usuario
La experiencia del Proyecto Impactar 155 568

Alan Evequoz, Laura Santoni, Pamela Zamboni, Cecilia Rubio, Clara Rubio, Silvana Sione, Ximena Sirimarco, Paula Barral, Pablo Aceñolaza

IDEBA Salud 568
Actualización y publicación de datos espaciales sanitarios abiertos
en la Provincia de Buenos Aires 571

Daniela Funes, Betina Inés Zucchino, Juliana Pisonero, Pablo Signorelli, Laura Muñoz

Las comunas de la Provincia de Entre Ríos
a la luz de la Epidemiología Ambiental 575

Rocio Alejandra Galarza, Verónica White, Héctor Francisco Del Valle

Portal Estratégico para ordenar, promover
y gestionar parques industriales de manera eficiente 579

José Arturo Moyano, Tomás Welter, María Natalia Rovira

Usabilidad de las IDE como soporte
para la georreferenciación de servicios ecosistémicos
Partido General Pueyrredón y Reserva Natural Mar Chiquita 582

Camila Mujica, Clara Karis, Gabriela Calderon, Germán García, Laura Zulaica

Estrategias innovadoras
para reducir barreras técnicas en IDE académicas
Integración de IA con Dialogflow en FCyT-UADER 586

Santiago Díaz, Noelí Baeza, Fernando Tentor, Pamela Zamboni, Facundo Boladeras, Walter Sione

Integración sociourbana en barrios populares
Impacto de proyectos del OPISU en La Matanza y San Martín 589

Patricio Raymundo, Alejandro Apraiz, Gustavo Alberto Mosto, Juan Andrés Ceraldi

Conocé Córdoba
Visualización web interactiva
de los datos censales, demográficos y territoriales de la provincia 593

Laura Isabel Luna, Beatriz Restrepo Cúneo, Cecilia Senmartin, Graciela Zubiat, Morena Silvetti, Juan Echecolanea, Andrea Airala[2] Exequiel Labiano, Tadiana Fiorio[2] Lisandro Barrionuevo

Visualizador de Calles
Información geoespacial urbana integrada
para la gestión y planificación urbana 596

Laura Isabel Luna, Beatriz Restrepo Cúneo, Cecilia Senmartin, Graciela Zubiat, Morena Silvetti, Juan Echecolanea, Andrea Airala, Jorge Exequiel Labiano, T adiana Fiorio, Lisandro Barrionuevo

Sistema de información territorial
para el análisis del uso de agua de riego en el valle de Santa María 599

Soledad Reyes, Facundo Villagra, Marcela Elizabeth Montivero, Erlinda del Valle Ortiz, Marcelo E. Savio

Integración de redes en el Sistema de Información
Hidrometeorológica de la APRHI Córdoba 602

César Suaya, Horacio Herrero, Alejandro Aleksinkó, Victoria Chiodi, María Gabriela Capdevila, Gino Mosconi, Agustín Cánovas, Marcelo Loza

Sistema de información de manejo
de cuencas de embalses desarrollado por la APRHI Córdoba 605

César Suaya, Horacio Herrero, Nicolás Guillén, Alejandro Aleksinkó, Victoria Chiodi, María Gabriela Capdevila, Gino Mosconi, Sofía Marozzi

Zonificación comercial y beneficios tributarios
Una herramienta de análisis y planificación
basada en datos espaciales en Villa María 608

María Eugenia Videla, Jonathan Oviedo, Valeria Ribero, Agustín Martinez, Karina de la Iglesia, Bárbara Burgos, Regina Trevisanato, Marcos Hernán Bovo, María Victoria Poncio

Uso y adaptación de herramientas geoespaciales
para organizaciones que gestionan aguas subterráneas en Chile
Experiencia de transferencia tecnológica
para fortalecer capacidades locales y la toma de decisiones 611

Karla Astorga, Rodrigo Fuster

Relevamiento, análisis y diagnóstico del barrio Los Unidos
Propuesta de normativa y trazado 616

Néstor Gabriel González, Federico Tomás Reynoso, María José Milicich, Diego Luciano Mestre

BLOQUE 1

Infraestructuras de Datos Espaciales: Normalización y estándares

Movilidad en AMBA Sur y SIG:
Insumos para una futura IDE institucional en la UNAJ

Mobility in Southern AMBA and GIS:
Inputs for a Future Institutional SDI at UNAJ

Mobilidade no AMBA Sul e SIG:
Insumos para uma Futura IDE Institucional na UNAJ

Gastón Cirio[*1], *Maria Aversa*[2]

1 Instituto de Ingeniería y Agronomía (IIyA) Universidad Nacional Arturo Jauretche - CONICET; Centro de Investigaciones Geográficas (CIG), Instituto de Investigaciones en Humanidades y Ciencias Sociales (IdIHCS), Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (FaHCE), Universidad Nacional de La Plata (UNLP).
2 LINTA-CICPBA - Laboratorio de Investigaciones del Territorio y el Ambiente, Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. IIyA UNAJ - Universidad Nacional Arturo Jauretche. Facultad de Arquitectura y Urbanismo - FAU. Universidad Nacional de La Plata - UNLP.
**: gastoncirio@gmail.com*

Resumen: El objetivo de esta ponencia es compartir avances de un proyecto de investigación en desarrollo en la Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ), centrado en el análisis de la movilidad urbana en el sur del Área Metropolitana de Buenos Aires. A partir de la recolección, sistematización y georreferenciación de datos vinculados a transporte público, tiempos de viaje, conectividad territorial y localización de equipamientos, se construyen capas de información que permiten abordar las desigualdades espaciales en el acceso a bienes y servicios urbanos. El uso de herramientas de SIG ha sido clave tanto para el procesamiento como para la representación cartográfica de estos datos. Este trabajo forma parte de una línea institucional orientada al desarrollo de una futura IDE en la UNAJ, entendida como una plataforma abierta y colaborativa para la producción y difusión de conocimiento territorial. Se discuten los desafíos metodológicos y técnicos del proceso, así como su potencial articulación con políticas públicas

locales y regionales; y se presentan resultados parciales del diagnóstico y la producción de datos geoespaciales. El enfoque combina criterios académicos, territoriales y políticos, y propone una mirada situada sobre los procesos de movilidad urbana y su representación en entornos digitales.

Palabras clave: *movilidad urbana, transporte público, conectividad, datos geoespaciales, AMBA Sur.*

Abstract: The objective of this paper is to share the progress of an ongoing research project at the Universidad Nacional Arturo Jauretche, focused on the analysis of urban mobility in the southern area of the Buenos Aires Metropolitan Region (AMBA Sur). Through the collection, systematization, and georeferencing of data related to public transportation, travel times, territorial connectivity, and the location of facilities, information layers are constructed that allow for the examination of spatial inequalities in access to urban goods and services. The use of GIS tools has been crucial both for processing and for the cartographic representation of these data. This work is part of an institutional initiative aimed at developing a future SDI at UNAJ, conceived as an open and collaborative platform for the production and dissemination of territorial knowledge. Methodological and technical challenges of the process are discussed, as well as its potential articulation with local and regional public policies; and partial results of the diagnosis and geospatial data production are presented. The approach combines academic, territorial, and political criteria, proposing a situated perspective on urban mobility processes and their representation in digital environments.

Keywords: *urban mobility, public transport, connectivity, geospatial data, Southern AMBA.*

Resumo: O objetivo desta comunicação é compartilhar os avanços de um projeto de pesquisa em andamento na Universidad Nacional Arturo Jauretche, centrado na análise da mobilidade urbana na região sul da Região Metropolitana de Buenos Aires (AMBA Sul). A partir da coleta, sistematização e georreferenciamento de dados relacionados ao transporte público, tempos de viagem, conectividade territorial e localização de equipamentos, são construídas camadas de informação que permitem abordar as desigualdades espaciais no acesso a bens e serviços urbanos. O uso de ferramentas de SIG tem sido fundamental tanto para o processamento quanto para a representação cartográfica desses dados. Este trabalho faz parte de uma linha institucional voltada para o desenvolvimento de uma futura IDE na UNAJ, concebida como uma plataforma aberta e colaborativa para a produção e difusão do conhecimento territorial. São discutidos os desafios metodológicos e técnicos do processo, bem como seu potencial

de articulação com políticas públicas locais e regionais; e são apresentados resultados parciais do diagnóstico e da produção de dados geoespaciais. A abordagem combina critérios acadêmicos, territoriais e políticos, propondo uma perspectiva situada sobre os processos de mobilidade urbana e sua representação em ambientes digitais.

Palavras-chave: *mobilidade urbana, transporte público, conectividade, dados geoespaciais, AMBA Sul.*

INTRODUCCIÓN

El Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) enfrenta desafíos estructurales en materia de movilidad urbana caracterizados por una creciente fragmentación territorial, congestión vial sistémica y profundas desigualdades en el acceso a servicios básicos (Muller, 2017; Gutiérrez, 2010). Estos problemas adquieren particular relevancia en su zona sur donde, la falta de integración intermodal, la obsolescencia de la infraestructura y la escasa planificación basada en evidencias geoespaciales limitan el desarrollo de políticas públicas eficaces y sostenibles (Cavalli, 2018).

Este trabajo se enmarca en el proyecto "Evaluación y modelado de sistemas de transporte en AMBA Sur mediante aplicaciones geomáticas. Aportes prospectivos para la planificación y ordenamiento territorial sostenible de la movilidad urbana, el transporte y la logística portuaria" (UNAJ Investiga 2023-2025), una iniciativa interdisciplinaria que busca generar insumos técnicos para la planificación territorial con enfoque de justicia espacial. La investigación parte del reconocimiento de que las actuales dinámicas de movilidad en la región no solo responden a factores técnicos o infraestructurales, sino que están profundamente imbricadas con procesos socioeconómicos y territoriales complejos (Silveira, 2020).

Desde una perspectiva teórica, el estudio se sustenta en tres pilares conceptuales:

El paradigma geotecnológico (Buzai, 2001) concibe a las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG), no como meros instrumentos técnicos, sino como dispositivos críticos para la transformación territorial, capaces de operacionalizar análisis espaciales complejos en contextos de toma de decisiones.

La teoría de la producción del espacio (Lefebvre, 1974; Santos, 1996) que permite entender las configuraciones actuales de movilidad como resultado de procesos históricos de apropiación y conflicto en el territorio metropolitano.

El enfoque de Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) (IDERA, 2018), que proporciona el marco normativo y técnico para desarrollar sistemas interoperables de información geográfica.

El proyecto se centra específicamente en el corredor Los Quilmes-Calchaquí-RP36, seleccionado por su triple condición de eje estratégico de conectividad metropolitana, ámbito de fuertes desigualdades socio-espaciales, y espacio donde se configuran nodos intermodales críticos como la Rotonda Gutiérrez (Berazategui).

Esta selección permite analizar las dinámicas de movilidad en múltiples escalas, integrando dimensiones físicas (infraestructura), sociales (accesibilidad) y tecnológicas (gestión de datos), con el objetivo último de desarrollar un prototipo de IDE institucional en la UNAJ, alineado con los estándares de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA) y el *Open Geospatial Consortium* (OGC).

La relevancia del trabajo radica en su potencial para generar evidencia geoespacial rigurosa sobre problemas de movilidad, proponer herramientas concretas para la gestión territorial, fortalecer capacidades institucionales en geomática aplicada, y contribuir a la implementación de la Nueva Agenda Urbana (ONU-Hábitat, 2017) en el ámbito local.

El presente escrito presenta avances del proyecto y se estructura en cuatro secciones que desarrollan respectivamente los aspectos metodológicos, resultados principales, discusión crítica y proyecciones del proyecto en curso.

MÉTODOS Y FUENTES UTILIZADOS

El abordaje metodológico de esta investigación se fundamenta en un diseño mixto que articula estrategias cuantitativas y cualitativas, enmarcado en lo que Marradi et al. (2007) denomina triangulación metodológica. Este enfoque permite captar la complejidad multidimensional de los sistemas de movilidad urbana, integrando técnicas de análisis espacial con perspectivas críticas sobre la producción del territorio.

En cuanto al diseño general de la investigación, el proceso se estructura en cuatro fases:

• Fase de recolección y sistematización de datos: se implementó un protocolo para la identificación, evaluación y procesamiento de fuentes primarias y secundarias. Las fuentes secundarias incluyeron: bases de datos geoespaciales oficiales a través de geoservicios (IDE Transporte Nacional, IDERA, URBASIG); información catastral del ARBA (Administración de Ingresos Públicos de la Provincia de Buenos Aires), datos demográficos del INDEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos) (CNPHyV 2010 y 2022), documentación normativa (planes urbanísticos municipales, leyes de ordenamiento territorial).

• Fase de trabajo de campo: se realizaron campañas de observación y registro entre marzo y noviembre de 2024, focalizadas en los nodos intermodales de estudio. Las técnicas incluyeron: relevamientos fotográficos georreferenciados, registro de flujos vehiculares y peatonales en horarios pico, entrevistas semiestructuradas a actores clave (planificadores urbanos, operadores de transporte, usuarios frecuentes). Estos datos se complementaron con información obtenida mediante fotointerpretación de imágenes satelitales.

• Fase de análisis espacial: el procesamiento de datos se realizó mediante un enfoque multicriterio que combinó análisis de redes (*Network Analysis*) para modelar tiempos de viaje y áreas de influencia, modelos de accesibilidad basados en el método de

coste-distancia, y análisis de correlación espacial. Todas las operaciones se ejecutaron en ambiente QGIS 3.28, utilizando complementos para la publicación de resultados y para el análisis de redes de transporte.

• Fase de desarrollo tecnológico: la implementación del prototipo de IDE institucional (aún en incipiente desarrollo) sigue las recomendaciones técnicas de IDERA (2018).

RESULTADOS

El análisis integral del corredor Los Quilmes-Calchaquí-RP36 y sus nodos intermodales ha permitido identificar patrones territoriales significativos que estructuran la movilidad en el AMBA Sur. En la Figura 1 se presenta el área de estudio en su contexto micro regional.

Los hallazgos se presentan siguiendo la lógica metodológica adoptada, comenzando por el diagnóstico espacial hasta la implementación tecnológica.

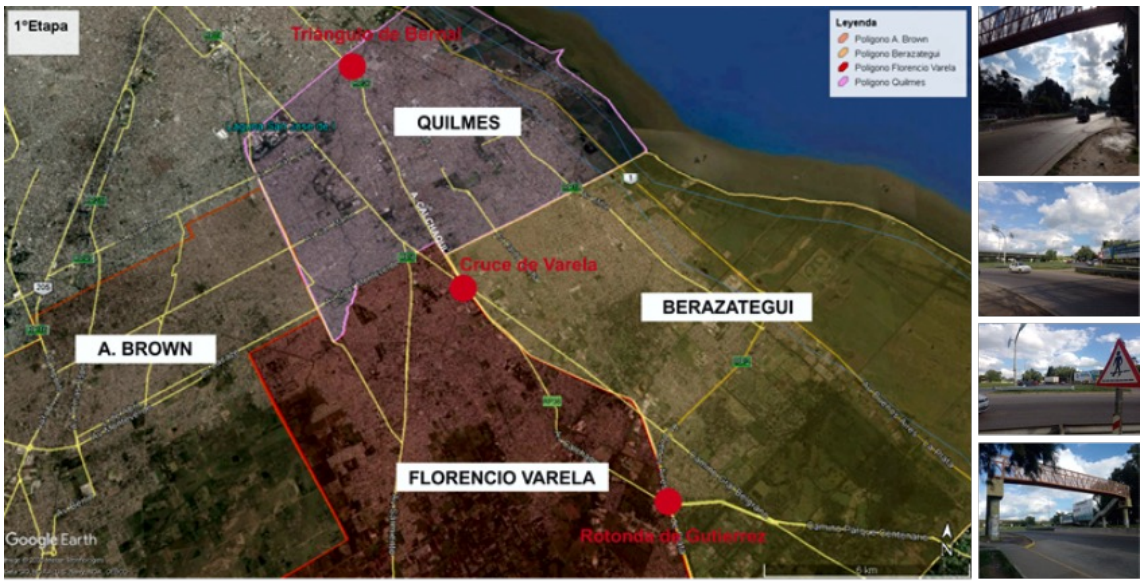


Figura 1. Inserción área de estudio e Imágenes ilustrativas de relevamiento
Fuente: elaboración propia. Año 2024.

Diagnóstico integral de la estructura territorial y del sistema de movilidad (Figura 2)

El estudio revela una marcada heterogeneidad en la organización espacial del corredor analizado. La zona de influencia directa del nodo Rotonda Gutiérrez presenta una estructura fragmentada donde coexisten:

- Áreas industriales consolidadas con grandes predios manufactureros.
- Tejidos residenciales de densidad media-alta.
- Bolsones de informalidad urbana en bordes de arroyos.
- Enclaves de urbanización cerrada en proceso de expansión.

Esta configuración mixta genera flujos de movilidad contradictorios, donde los desplazamientos laborales (predominantemente hacia los polos industriales) compiten espacial y temporalmente con los viajes por servicios educativos y de salud. La superposición de estos flujos explica en parte los altos índices de congestión registrados, particularmente en los accesos a la Avenida Calchaquí.

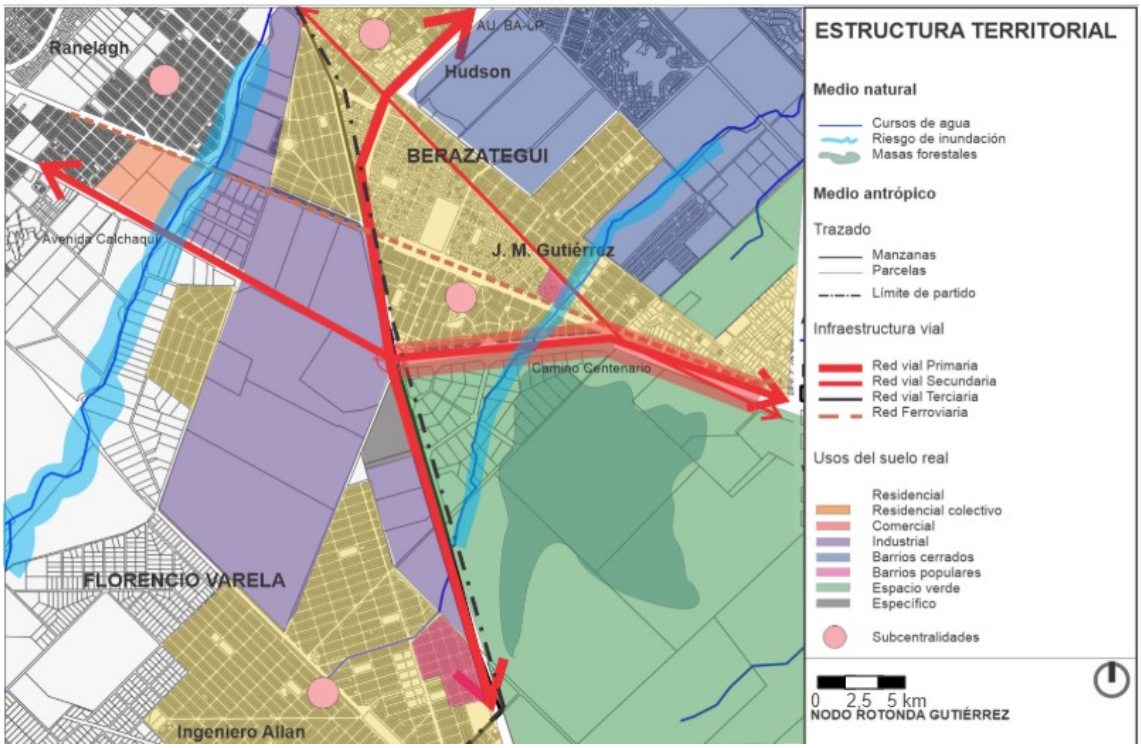


Figura 2. Estructura territorial
Fuente: elaboración propia. Año 2024.

Conflictos y potencialidades en los nodos intermodales

El examen del nodo Rotonda Gutiérrez permite identificar los principales conflictos predominantes: saturación de la capacidad vial en horas pico, agravada por la falta de carriles exclusivos, disputa por el espacio público entre transporte formal e informal, presencia de usos comerciales informales que obstaculizan los flujos peatonales. Mientras que se observan también potencialidades subutilizadas: la proximidad física entre la estación ferroviaria Gutiérrez y la terminal de ómnibus, que no se traduce en conectividad efectiva, grandes superficies vacantes con aptitud para desarrollar equi-

pamientos intermodales, corredores verdes potenciales a lo largo de los arroyos Baldovinos y Pereyra.

Avances en la implementación del nodo IDE

El Nodo IDE Transporte AMBA Sur se encuentra en desarrollo, con la etapa inicial completada respecto a sistematización, normalización y producción primaria de información geoespacial relevante para el proyecto en el marco de un proyecto gestionado mediante QGIS (Figura 3) y un desarrollo experimental de nodo IDE en servidor local usando Argenmap (Figura 4). Se espera poder realizar la profundización de esta parte del proyecto como instrumento de transferencia tecnológica avanzando en su publicación y su incorporación como sistema de apoyo a las decisiones en el marco de convenios interinstitucionales actualmente en gestiones administrativas. A continuación se exponen imágenes ilustrativas de la implementación del nodo IDE en su primera versión, en el cual se materializa la sistematización de las bases de datos trabajadas en el proyecto y el desarrollo tecnológico propuesto en este proyecto de acuerdo a los estándares y procedimientos detallados en el apartado metodológico correspondiente.

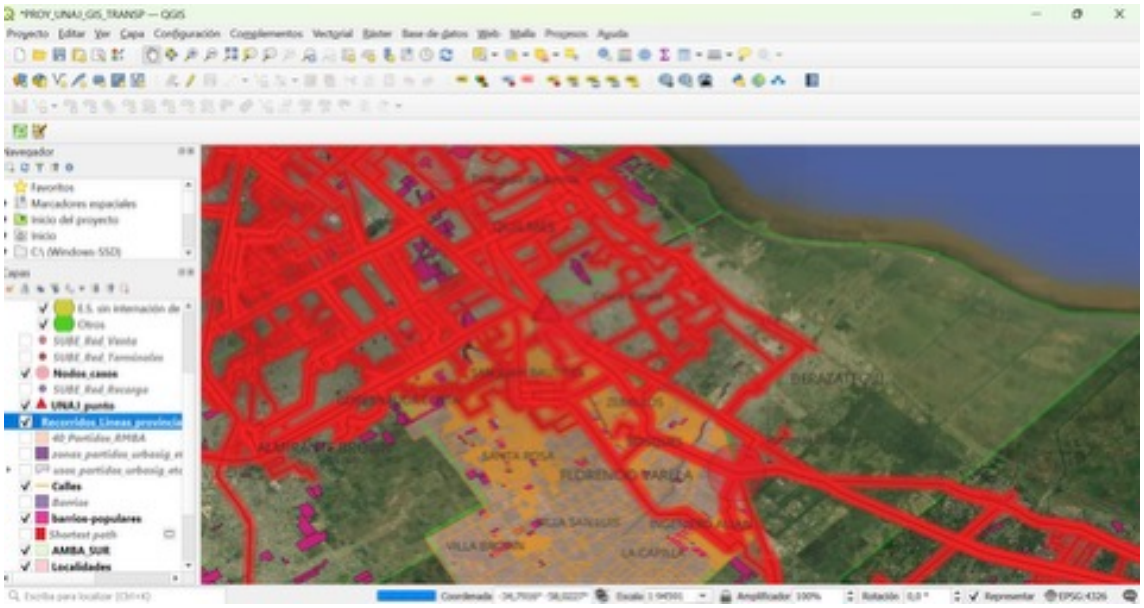


Figura 3. Proyecto SIG en QGIS
Fuente: elaboración propia. Año 2024.

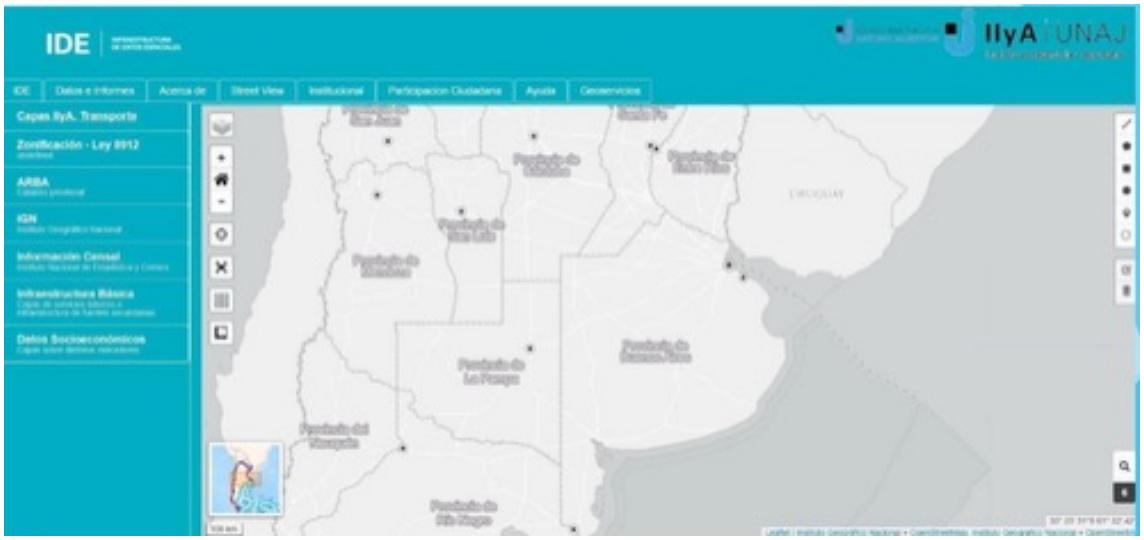


Figura 4. Prototipo IDE UNAJ en desarrollo
Fuente: elaboración propia. Año 2024.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos permiten avanzar en una reflexión crítica sobre tres dimensiones centrales para la planificación territorial en el AMBA Sur, articulando los hallazgos empíricos con los marcos teóricos planteados inicialmente.

Sobre la configuración territorial de la movilidad

El análisis corrobora la hipótesis inicial acerca de la relación dialéctica entre estructura urbana y patrones de movilidad (Silveira, 2020). La coexistencia de usos del suelo contrapuestos en el corredor estudiado -particularmente en el nodo Rotonda Gutiérrez- no responde a un diseño planificado, sino a procesos históricos de ocupación fragmentada del territorio. Esto explica en parte la paradoja observada: mientras el 72% del área tiene vocación residencial, el 68% de los desplazamientos son laborales, generando flujos pendulares que saturan una red vial diseñada para otras demandas.

Estos hallazgos coinciden con lo documentado por Gutiérrez (2010) en otros sectores del AMBA, sugiriendo la necesidad de políticas que:

- densifiquen las áreas cercanas a polos productivos,
- mejoren la conectividad transversal entre modos de transporte,
- formalicen los usos comerciales informales que hoy obstaculizan la movilidad peatonal.

Sobre las Infraestructuras de Datos Espaciales como herramienta de gestión

La experiencia del prototipo IDE desarrollado confirma su potencial como instrumento para: superar la fragmentación institucional al integrar datos de múltiples jurisdicciones bajo estándares comunes (IDERA, 2018), fortalecer la participación ciudadana mediante visualizadores accesibles que democratizan la información territorial.

Sin embargo, persisten desafíos importantes. La actualización periódica de datos requiere acuerdos interinstitucionales estables. Aparece también la necesidad de desarrollar capacidades técnicas locales para el uso de estas herramientas. Por otra parte, destacan las limitaciones técnicas de la infraestructura informática propia de la universidad (servidores, soportes, personal, etc) y la inexistencia de líneas de financiamiento que permitan desarrollar adecuadamente el proyecto más allá de las voluntades individuales.

Sobre el enfoque metodológico

La triangulación de técnicas cuantitativas y cualitativas demostró ser particularmente adecuada para captar tanto las dimensiones objetivas (tiempos de viaje, densidad de flujos) como subjetivas (percepción de usuarios) de la movilidad y validar los resultados técnicos con actores territoriales. No obstante, el estudio reveló limitaciones en el acceso a datos en tiempo real de los sistemas de transporte, lo que sugiere la conveniencia de incorporar en futuras investigaciones: tecnologías para monitoreo continuo y datos masivos.

CONCLUSIONES

Este proyecto evidencia que los problemas de movilidad en el AMBA Sur no son meramente técnicos, sino expresión de profundas desigualdades socioespaciales. La propuesta de IDE institucional aquí presentada ofrece un marco promisorio para mejorar la gobernanza metropolitana al proveer información estandarizada y accesible, orientar inversiones estratégicas priorizando nodos críticos como la Rotonda Gutiérrez, y fortalecer el vínculo universidad-sociedad a través de herramientas concretas para la planificación participativa.

Como perspectiva futura, se propone escalar este modelo a otros corredores del AMBA, estableciendo alianzas con los observatorios de movilidad existentes y profundizando en el análisis de *big data* aplicado a la planificación del transporte.

AGRADECIMIENTOS

A CONICET , CIC y UNAJ por el apoyo institucional para desarrollar el proyecto. A los miembros de equipo y participantes que hacen posible este trabajo.

REFERENCIAS

BUZAI, G. D. (2001). Paradigma Geotecnológico, Geografía Global y CiberGeografía, la gran explosión de un universo digital en expansión. *GeoFocus. International Review of Geographical Information Science and Technology*, (1), 24–48. https://www.geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/313

CAVALLI, L. (2018). *Regulación del transporte en AMBA*. CIJUSO.

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. (2018). *IDERA*. https://www.idera.gob.ar

GUTIERREZ, A. (2010). Movilidad, transporte y acceso: una renovación aplicada al ordenamiento territorial. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, XIV (331). https://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-331/sn-331-86.htm

LEFEBVRE, H. (1974). *La producción del espacio*. Capitán Swing.

MARRADI, A., ARCHENTI, N., & PIOVANI, J. (2007). *Metodología de las Ciencias Sociales*. Emecé.

SANTOS, M. (1996). *La naturaleza del espacio*. Ariel.

SILVEIRA, M. L. (2020). *Espacio geográfico y fenómeno técnico*. Punto Sur.

TIG aplicadas
al ordenamiento ambiental del espacio costero en la provincia del Chubut

GIS Applied to Environmental Management of the Coastal Zone in Chubut Province

SIG Aplicados ao Ordenamento Ambiental do Espaço Costeiro na Província de Chubut

Bianca Vanesa Freddo[*1], *Cristina Beatriz Massera*[1]

1 Laboratorio SIGyT, Departamento de Geografía, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (0297-4557856).
**: bvfreddo@fhcs.unp.edu.ar*

Resumen: En el presente trabajo se documenta el desarrollo y funcionalidades de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) aplicadas al ordenamiento ambiental en el espacio costero de la provincia del Chubut a partir de una metodología multidisciplinaria para la sistematización, almacenamiento, estandarización y visualización de la información geográfica producida en el ámbito académico, y como potencial herramienta para la consulta y descarga de datos para la toma de decisiones. Este trabajo se realiza en el marco de la etapa diagnóstica de las unidades costeras del Plan de Ordenamiento Ambiental y Desarrollo Sostenible del espacio costero-marino en Chubut proponiendo un proceso metodológico vinculado a la utilización de las TIG como herramienta para la identificación y representación de los ecosistemas operativos y servicios ecosistémicos. La información, sistematizada en un entorno de Sistemas de Información Geográfica, es generada de manera participativa en el primer taller con actores académicos y gubernamentales en la localidad de Rawson. Como principal resultado se obtuvieron mapas donde se identifican los servicios ecosistémicos y un listado de ecosistemas operativos para cada ambiente geográfico: terrestre, intermareal y marino. El proceso metodológico centrado en la participación y la aplicación de las TIG dejan en evidencia la complejidad de la temática y la necesidad de estrategias integradoras para abordar aspectos ecológicos, culturales, económicos y sociales.

Palabras Clave: *SIG, ecosistemas operativos, unidades costeras, proceso metodológico.*

Abstract: This paper documents the development and functionalities of GIS applied to environmental management in the coastal zone of Chubut Province, based on a multidisciplinary methodology for the systematization, storage, standardization, and visualization of geographic information produced in the academic sphere, as well as its potential use as a tool for data consultation and download to support decision-making. This work is carried out within the diagnostic stage of the coastal units of the Environmental Management and Sustainable Development Plan for the coastal-marine space of Chubut, proposing a methodological process linked to the use of GIS as a tool for the identification and representation of operational ecosystems and ecosystem services. The information, systematized in a Geographic Information System environment, was generated in a participatory manner during the first workshop with academic and governmental actors in the city of Rawson. The main outcome consists of maps identifying ecosystem services and a list of operational ecosystems for each geographic environment: terrestrial, intertidal, and marine. The methodological process, centered on participation and the application of GIS, highlights the complexity of the subject and the need for integrative strategies to address ecological, cultural, economic, and social aspects.

Keywords: *GIS, operational ecosystems, coastal units, methodological process.*

Resumo: Este trabalho documenta o desenvolvimento e as funcionalidades dos SIG aplicados ao ordenamento ambiental do espaço costeiro da província de Chubut, a partir de uma metodologia multidisciplinar para a sistematização, armazenamento, padronização e visualização da informação geográfica produzida no âmbito acadêmico, bem como seu potencial uso como ferramenta para a consulta e o download de dados para subsidiar a tomada de decisões. Este estudo é realizado no marco da etapa diagnóstica das unidades costeiras do Plano de Ordenamento Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do espaço costeiro-marinho em Chubut, propondo um processo metodológico vinculado ao uso dos SIG como ferramenta para a identificação e representação dos ecossistemas operativos e serviços ecossistêmicos. A informação, sistematizada em um ambiente de Sistemas de Informação Geográfica, foi gerada de forma participativa no primeiro workshop com atores acadêmicos e governamentais na cidade de Rawson. O principal resultado consiste em mapas que identificam os serviços ecossistêmicos e uma lista de ecossistemas operativos para cada ambiente geográfico: terrestre, entremarés e marinho. O processo metodológico, centrado na participação e na aplicação dos SIG, evidencia

a complexidade da temática e a necessidade de estratégias integradoras para abordar aspectos ecológicos, culturais, econômicos e sociais.

Palavras-chave: *SIG, ecossistemas operativos, unidades costeiras, processo metodológico.*

INTRODUCCIÓN

La Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco se destaca por sus actividades científico-tecnológicas de impacto social, ambiental, económico y cultural, orientadas a responder demandas sociales y democratizar la información científica. En este marco, las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) se presentan como herramientas clave para el estudio, gestión y el ordenamiento en distintos ámbitos geográficos. Dichas tecnologías permiten sistematizar y representar información espacial, facilitando el diálogo interdisciplinario, la participación comunitaria y la toma de decisiones basada en evidencias.

El objetivo principal del presente trabajo es describir la metodología adoptada a partir del uso de las TIG para sistematizar, analizar y representar datos espaciales aplicados al ordenamiento ambiental en espacios costeros. Los objetivos específicos son: generar un esquema de trabajo para su replicabilidad, estructurar y normalizar los datos espaciales, garantizar la integración y calidad de geodatos, promover el uso de formatos abiertos para la información geográfica y representar en un entorno SIG (Sistema de Información Geográfica) los resultados.



Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible
Fuente: Agenda 2023.

Las TIG aplicadas a los ecosistemas costeros y marinos destacan su importancia para el equilibrio ecológico y el desarrollo sostenible. Estos ecosistemas ofrecen servicios vitales como provisión de alimentos, regulación hídrica, reciclado de nutrientes y usos recreativos. La agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (2015) es un plan de acción global de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) que busca lograr un futuro más equitativo y sostenible. Los ecosistemas marinos y costeros se integran a través del Objetivo de Desarrollo Sostenible 14 (ODS 14): "conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos" que pretende conservar y utilizar sosteniblemente estos ambientes (Figura 1).

En Argentina, la gestión integrada de zonas costeras carece de políticas públicas explícitas y organismos específicos. Aunque existen iniciativas municipales y provinciales que podrían evolucionar hacia políticas integradas, estas aún no han alcanzado consenso. En este contexto, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable propuso en 2016 una zonificación para todo el litoral atlántico que incluye franja costera, unidades costeras y unidades ambientales homogéneas. Dadon (2010, p. 242) advierte la ausencia de una definición jurídica unificada de la zona costera argentina y teniendo en cuenta diversas propuestas focalizadas en la gestión esta zona puede incluir a todos los municipios ubicados en la costa atlántica. De esta forma, abarca once provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y puede dividirse en cuatro regiones diferenciadas: Región Costera Fluvial: abarca el río Paraguay y los tramos alto y medio del Paraná y del Uruguay; Región del Río de la Plata: se extiende desde los tramos inferiores de los ríos Paraná y Uruguay hasta el río de la Plata y su frente marítimo; Región Costera Pampeana: entre los paralelos 35° S y 41° S y la Región Costera Patagónica: es la más extensa y abarca el sector oceánico patagónico-fueguino desde 41° S hasta 55° S, incluyendo la Isla de los Estados y las Islas Malvinas.

La costa patagónica está formada por playas típicamente de canto rodado y con acantilados de 10 a 150 metros de altura. Los golfos y bahías constituyen ecosistemas de interés por ser refugios de mamíferos (lobos y elefantes marinos, ballenas) y aves (en especial, pingüinos). Esta región costera comprende 12 municipios de cuatro provincias, que ocupan 237.524 km^2 (46,2% del área costera emergida total). El autor sintetiza algunos aspectos significativos respecto al panorama: no existen en Argentina políticas públicas explícitas, leyes u organismos específicos referidos a la planificación, la gestión y/o el manejo integrado de las zonas costeras. Sin embargo, se han propuesto proyectos de ley para la creación de instrumentos específicos para el manejo integrado a escala nacional, estas no han logrado consenso. Además, se destaca que existen algunas iniciativas municipales, provinciales y regionales que podrían llevar a la formulación de políticas de gestión integrada, pero por el momento no han superado la fase propositiva.

Por otro lado, Yorio et al., en Zaixso y Boraso Zaixso (2015) destacan que los ecosistemas costeros son unos de los más productivos y amenazados del mundo. Estos ecosistemas no solo brindan una amplia variedad de recursos y servicios esenciales para las comunidades, sino que también son de gran relevancia para la economía. Entre sus servicios se encuentran la provisión de alimentos, el almacenamiento y reciclado de nutrientes, la regulación del balance hídrico, el filtrado de contaminantes y los usos recreativos: turismo y navegación. Particularmente, la costa patagónica es rica en biodiversidad y alberga distintas unidades biogeográficas, incluyendo áreas de cría de ballenas, concentraciones de delfines y sitios para aves migratorias. Sin embargo, enfrenta múltiples desafíos en cuanto a su gestión y conservación

Las aguas costeras también contienen zonas de concentración reproductiva y crianza de crustáceos y peces, extensas praderas de macroalgas y bancos submareales de moluscos. A pesar de su importancia, estos ecosistemas enfrentan numerosos desafíos y está expuesta a crecientes presiones económicas. Las actividades humanas, como la urbanización, la pesca no sostenible y el desarrollo costero, amenazan la preserva-

ción de la diversidad biológica costera. La extensión del litoral, la heterogeneidad ambiental y la complejidad de los procesos naturales aumentan los desafíos para implementar estrategias de conservación efectivas. En este escenario es importante diseñar e implementar estrategias de conservación a largo plazo, analizando las principales amenazas a la diversidad biológica, como los efectos de las actividades humanas promoviendo iniciativas para mitigar los problemas.

> *Entre Río Negro (41° S) y Tierra del Fuego (55° S) existen veintiún asentamientos humanos costeros o cercanos a la costa, que en conjunto suman más de 800.000 habitantes) (...) La extensión del litoral marítimo, la heterogeneidad ambiental, las presiones crecientes relacionadas con el desarrollo económico, la complejidad de los procesos naturales y de los patrones de uso que actúan a diferentes escalas espacio temporales, y el elevado número de unidades administrativas con jurisdicción sobre los recursos y sistemas, aumentan los desafíos que deben superarse para lograr una visión integradora de la problemática costera que permita diseñar e implementar estrategias de conservación. Yorio et al., en Zaixso y Boraso de Zaixso (2015:160).*

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2016) elaboró un informe con el estado de la gestión costera del litoral con aportes para una estrategia federal del manejo costero integrado, donde se abordan cuestiones metodológicas, el marco normativo, una zonificación y recomendaciones. En cuanto a la zonificación se propone tres niveles, *franja costera*: incluye aquellos ambientes donde se identifican geoformas propias de la costa marítima, sector insular, rías y estuarios. Se establecen directrices generales para su uso. *Unidades costeras,* integra diferentes municipios y se divide en base al tipo de costa: medanosa, acantilada, estuarial. Establece el Plan Provincial de Manejo Costero Integrado y las *unidades ambientales* son áreas territoriales homogéneas desde el punto de vista geomorfológico, biológico y/o antrópico. Define directrices particulares (planes locales/ municipales).

La franja costera chubutense

Desde una mirada ecosistémica se incluye el valle inferior del río Chubut hasta el embalse Florentino Ameghino. En este sentido se genera una zona compleja por su importancia demográfica y económica, pero también por los efectos que el manejo y regulación de las aguas del río tienen sobre la costa marina a la altura de la Playa Unión. Asimismo, se contempla la inclusión del ejido urbano de Comodoro Rivadavia y sus alrededores. En el resto de la costa chubutense, se establece como límite la Ruta Nacional (RN) Nº3, aunque se manifestaron distintas posiciones en el sector de Camarones, donde la ruta se aleja sensiblemente de la costa. (Figura 2)

En el caso de la Provincia del Chubut los departamentos administrativos y las localidades cabeceras que se encuentran sobre la costa atlántica son Biedma - Puerto Madryn, Rawson - Rawson, Florentino Ameghino - Camarones y Escalante - Comodoro Rivadavia. Sin embargo, estas no son las únicas localidades costeras también se encuentran: Puerto Pirámides, Playa Unión, Puerto Rawson, Playa Magagna (conglomerado de Rawson), Bahía Bustamante y Rada Tilly.

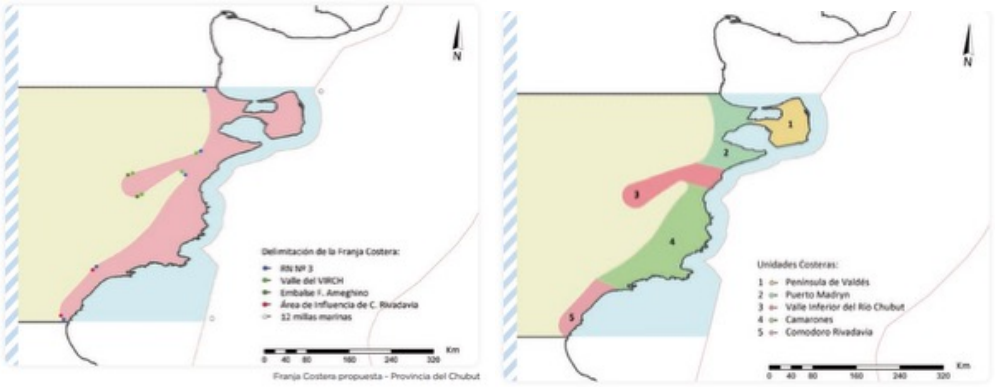


Figura 2. Delimitación de la franja costera y las unidades costeras de la provincia del Chubut

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2016).

En la Tabla 1 y la Figura 3, se observa la evolución demográfica de las localidades costeras a partir del análisis de los últimos censos nacionales. En la evolución poblacional de las localidades costeras se observan importantes transformaciones en la configuración territorial del litoral patagónico. A través del análisis de las tasas de crecimiento intercensal y los valores absolutos de población, se destaca una dinámica heterogénea entre los distintos centros urbanos, influenciada por factores económicos, geográficos, ambientales y sociales.

Tabla 1. Crecimiento intercensal de las localidades costeras de Chubut 1991-2022

Provincia	Localidades costeras	Crecimiento Intercensal				Población			
		2001-2010	1991-2010	2010-2022	1991-2022	1991	2001	2010	2022
Chubut	Puerto Piramides	31%	443%	-7%	403,85%	104	429	565	524
	Puerto Madryn	42%	82%	25%	127,55%	45.047	57.614	81.995	102.505
	Trelew	10%	25%	8%	34,61%	79.340	89.547	99.201	106.796
	Rawson	37%	61%	25%	101,72%	19.161	22.493	30.824	38.652
	Playa Unión	165%	669%	11%	752,32%	1.164	3.379	8.956	9.921
	Camarones	20%	56%	26%	97,83%	828	1.079	1.296	1.638
	Bahía Bustamante	127%	-550%			164	11	25	-
	Comodoro Rivadavia	37%	50%	8%	62,65%	124.104	135.612	186.136	201.854
	Rada Tilly	46%	210%	48%	361,49%	2.924	6.208	9.100	13.494

Fuente: elaboración propia con base en el Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC).

Las localidades como Puerto Madryn, Trelew, Rawson y Comodoro Rivadavia constituyen los principales polos de atracción poblacional del litoral. En particular, Puerto Madryn muestra un crecimiento sostenido durante los tres períodos intercensales, alcanzando un incremento del 127,55% en el período completo. Su consolidación como nodo portuario, industrial y turístico ha favorecido un crecimiento demográfico que demanda estrategias de planificación urbana capaces de dar respuesta en términos de infraestructura y equipamiento. Trelew y Rawson, si bien crecieron a un ritmo moderado, presentan un patrón de expansión que responde a su articulación con los

corredores viales y su rol como centro administrativo y comercial. El crecimiento de Rawson se muestra más dinámico en términos relativos, especialmente en el último tramo (2010–2022), lo que podría estar asociado al desarrollo de su área balnearia, Playa Unión, la cual experimentó un significativo aumento del 752,32% desde 1991 comprendiendo en menor medida los barrios Puerto Rawson y Playa Magagna. Rada Tilly, evidencia un crecimiento acumulado de más del 360% y su expansión del 48% en el último período revelando una fuerte presión inmobiliaria, vinculada a su cercanía con Comodoro Rivadavia y a la búsqueda de entornos urbanos más amigables. Por su parte Comodoro Rivadavia, la ciudad más poblada del conjunto, muestra una tasa de crecimiento más estable (62,65% acumulado). Aunque el crecimiento absoluto es considerable, la moderación de su ritmo puede responder a transformaciones en la matriz productiva hidrocarburífera que históricamente dinamizó su expansión, la saturación de su infraestructura y limitaciones físicas del entorno.



Figura 3. Gobiernos locales y población en la provincia del Chubut (2022)
Fuente: elaboración propia con base en el Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC).

Por otro lado, se observan localidades con patrones más inestables de crecimiento, por ejemplo, Puerto Pirámides, si bien experimentó un crecimiento exponencial del 443% entre 1991 y 2010, evidenció una contracción del -7% entre 2010 y 2022. Camarones presenta un crecimiento sostenido y relativamente alto en términos proporcionales (97,83% entre 1991 y 2022), aunque con valores absolutos bajos, pasando de 828 a 1.638 habitantes. En contraposición, Bahía Bustamante muestra un fenómeno de despoblamiento drástico en el período 1991–2010 (-550%), sin datos disponibles para 2022. Este caso podría reflejar procesos de abandono rural o reconversión de actividades productivas (como la alguería), típicos de localidades mono-funcionales.

Finalmente, el caso de Playa Unión es llamativo por su crecimiento acelerado. Su proximidad a Rawson y su condición de balneario lo posicionan como un nodo de crecimiento estacional que ha tendido a consolidarse como zona de residencia permanente.

El análisis de los datos de población permite identificar una tendencia general al crecimiento poblacional en el litoral, aunque con una marcada heterogeneidad en intensidad, ritmo y causas. Mientras que algunas localidades se consolidan como polos urbanos, otras enfrentan procesos de estancamiento o retracción. Estos patrones reflejan no sólo las dinámicas económicas regionales (vinculadas al petróleo, turismo o pesca), sino también los efectos de las políticas urbanas, las condiciones ambientales y los procesos de movilidad interna. Sin duda, estos datos deben ser considerados para el ordenamiento territorial costero porque, como destaca el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2016), la presencia de distintos procesos de urbanización en la costa impacta por la contaminación de efluentes industriales y cloacales sin tratamientos, los lixiviados de los residuos sólidos, los derrames incidentales o crónicos de hidrocarburos, entre otros. Además, por lo general la trama urbana de estas localidades alteran el drenaje natural en las zonas construidas drenando las aguas hacia el mar, situación que induce procesos erosivos en las playas.

En síntesis, es importante considerar múltiples aspectos para el ordenamiento ambiental de la costa entendiendo la complejidad territorial que se traduce en la confluencia de aspectos ecológicos, económicos y sociales y que muchas veces los procesos que inciden en estos ecosistemas se desarrollan superando sus límites.

Las TIG en el ordenamiento ambiental costero

La aplicación de las TIG, como los SIG, la teledetección y los GPS (Sistema de Posicionamiento Global), juega un papel fundamental en el ordenamiento ambiental costero porque permiten integrar, analizar y visualizar información espacial y temporal de manera precisa. Esto facilita una gestión sustentable de las zonas costeras, que son áreas altamente dinámicas, vulnerables y de gran valor ecológico, social y económico.

La aplicación de las TIG en el ordenamiento ambiental costero tiene una amplia proyección si se asume la complejidad que enfrentan estos espacios en la actualidad. Desde su amplio abanico de herramientas y recursos son esenciales para generar diagnósticos, evaluación, gestión y planificación sostenible tanto en el ámbito terrestre como marino. Algunos antecedentes nos permiten destacar el papel protagónico en distintas aplicaciones vinculadas al análisis costero, de esta forma, encontramos estudios académicos que se enfocan en ciertos puntos estratégicos como la delimitación de la línea de costa, usos del suelo, evaluación de riesgos y la delimitación de áreas para la conservación. Por ejemplo, el uso de imágenes LandSat para desarrollar un método que permita mapear la línea de costa y monitorear cambios relacionados con mareas, sedimentación y erosión costera. Se propone un enfoque automatizado para evaluar dinámicas de la franja intermareal. (Ryu et al., 2002). Además, se pueden desarrollar modelos espaciales para el análisis y gestión de zonas urbanas costeras, considerando tanto el riesgo hídrico como la expansión del suelo urbano. Los autores enfatizan el potencial de los SIG como herramientas de apoyo a políticas sostenibles (Makropoulos et al., 2008).

El trabajo de Ojeda Zújar et al. (2013) presenta la metodología para la definición

geométrica de la línea de costa fotointerpretada a una escala (1:2.500), luego de la digitalización geométrica e integración en una base de datos espacial se utilizan las capacidades analíticas para la construcción de diferentes indicadores para su caracterización fisiográfica, estado, seguimiento y evaluación ambiental. Por otro lado, en coordenadas próximas al área de estudio Gudiño de Muñoz (2005) y Vinci (2005) describen el acuerdo de cooperación para el diseño e implementación de un Observatorio del ecosistema litoral y monitoreo de la biodiversidad para un desarrollo sustentable de la costa atlántica rionegrina.

El proyecto consistía en el modelado de la información espacial, indicadores ambientales y la construcción de un sitio web. El trabajo se proyectaba en un entorno SIG para evaluar el patrimonio natural y el comportamiento del ecosistema costero con la intención de construir un modelo de gestión integral del territorio.

El espacio litoral exige un tratamiento especial y focalizado. La importancia ecológica del borde costero radica en el hecho de que está compuesto por diferentes ecosistemas de extrema fragilidad, en diversos grados de conservación y desarrollo, y que son apreciados por el hombre en varios sentidos: por ser representativos del medio natural algunos con escasa intervención humana, otros por ser de interés científico, o por su importancia económica, su significado cultural, o las posibilidades de ocio y recreo. Sin embargo, algunas intervenciones humanas y la presión ejercida en ciertos lugares se transforman en una amenaza para ciertos ecosistemas (Gudiño de Muñoz, 2005).

Vinci (2005) destaca que los conflictos ambientales de la costa rionegrina presentan problemáticas comunes a otras áreas costeras: la contaminación por la insuficiente o falta de servicios de tratamiento de aguas residuales, modificación por el desarrollo urbano, industrial y comercial, infraestructuras que favorece procesos erosivos y/o interrumpen procesos ecológicos, ocupación desordenada que impide el acceso, incumplimiento de la legislación; conflictos intersectoriales, entre otros.

Como se puede observar la aplicación de las TIG en el área costera contribuye a la gestión atendiendo múltiples aspectos y dimensiones. Sin embargo, también se destacan desafíos y limitaciones asociadas al acceso a los datos e información, capacitación del recurso humano técnico, la adquisición de tecnologías básicas, el mantenimiento y actualización de los datos y la capacidad de los organismos para generar instancias de articulación intersectorial.

MÉTODOS Y FUENTES UTILIZADOS

Este trabajo es una propuesta metodológica para sistematizar y representar la información generada en el Plan de Ordenamiento Ambiental y Desarrollo Sostenible del espacio costero-marino de Chubut (Figura 4). Es importante mencionar que el proyecto se encuentra en ejecución y en la etapa de diagnóstico con talleres participativos en distintas localidades de las unidades costeras de la provincia. En este sentido, la metodología que se detalla se realizó a partir de la primera experiencia del taller participativo en la localidad de Rawson con actores vinculados a la academia y agentes del Estado.



Figura 4. Mapa de Unidades Costeras

El taller adoptó técnicas participativas para acordar criterios en la identificación de los ecosistemas operativos o unidades funcionales del paisaje de las unidades costeras; identificar los servicios ecosistémicos y generar mapas a partir de la producción de los expertos. Participaron del taller investigadores de diferentes instituciones académicas, técnicos y funcionarios provinciales y representantes de los Municipios de Rawson y Trelew. Básicamente, el trabajo consistió en la división en tres grupos de trabajo según cada tipo de ambiente geográfico: terrestre, intermareal-transición y marino. Para iniciar se compartió un listado de ecosistemas operativos con la posibilidad de ampliar según la experiencia y el intercambio, por último, los participantes identificaron los ecosistemas operativos y los servicios ecosistémicos en un mapa para cada unidad costera. Al concluir las actividades se realizó una puesta en común con representantes exponiendo los resultados, de esta etapa, como se observa en la Tabla 2 se obtuvieron los ecosistemas operativos en cada ámbito geográfico.

Tabla 2. Ecosistemas operativos por ámbito geográfico

Ambiente Geográfico	*Ecosistemas Operativos*	*Cantidad EO*
Marino	*Fondos blandos, Arrecifes rocosos, Bancos de bivalvos, Bosques de macroalgas, Bosques de animales, Arrecifes artificiales, Estructuras a mesoescala (frentes de marea y zonas de surgencia), Zona litoral*	*9*
Terrestre	*Cañadones, Humedales, Salinas/Salitrales, Ambiente urbano, Dunas/ Médanos, Monte, Estepa, Ecotono, Islas, Rawson/ Virch*	*10*
Intermareal	*Espigas y albuferas, Cordones litorales, Terrazas de acumulación, Infraestructura portuaria, Obras de protección, Muros costeros, Descargas fluviales, Descargas antrópicas, Colonias de fauna marina costera, Acantilados y restingas, Playa de arena, Playas antropizadas y Playas con rocas sueltas.*	*13*

La gestión de los ecosistemas es fundamental para el equilibrio ambiental y el desarrollo sostenible de las regiones costeras. En este contexto, el uso de SIG se ha convertido en una herramienta metodológica indispensable para la planificación, el monitoreo y la toma de decisiones. Para este trabajo se establecieron cinco etapas para el tratamiento de la información geográfica (Figura 5).

• Primera etapa: revisión documental, conceptual y análisis de informes, mapas y tablas generadas en el taller participativo (Figuras 6 y 7).

• Segunda etapa: generar la estructura de los datos interpretados, características y un glosario de definiciones.

• Tercera etapa: creación del proyecto SIG bajo el sistema de coordenadas de referencia WGS 84, se definió la geometría: punto y la estandarización de la tabla de atribu-

tos. El formato de almacenamiento elegido es *GeoPackage* y el software de código abierto QGIS.

• Cuarta etapa: digitalización de la información teniendo como soporte principal la ubicación de los servicios ecosistémicos reflejados en los mapas físicos del taller.

• Quinta etapa: análisis y representación de los resultados preliminares de esta primera instancia del plan.



Figura 5. Esquema metodológico

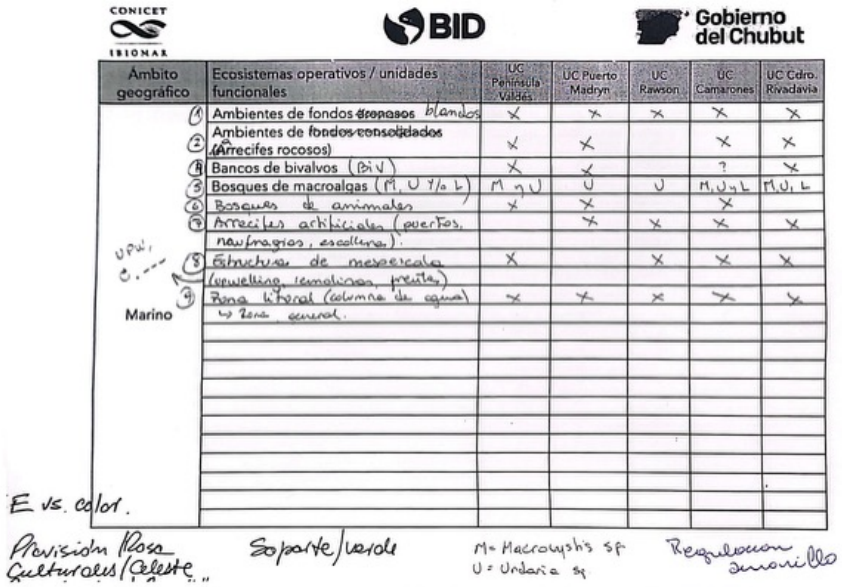


Figura 6. Tabla intervenida en el taller participativo destacando en cada uno de los ambientes geográficos los ecosistemas operativos en cada una de las unidades costeras



Figura 7. Fotos de taller participativo en Rawson

RESULTADOS

Los resultados obtenidos del proceso metodológico fueron:

Primera etapa

Se obtuvieron tablas síntesis con la descripción de los ecosistemas operativos y los servicios ecosistémicos para cada ambiente geográfico y unidad costera (Tabla 3).

Tabla 3. Cantidad de servicios ecosistémicos identificados por ámbito geográfico

Ámbito geográfico	Servicios ecosistémicos	%
Terrestre	50	20,41
Intermareal	59	24,08
Marino	136	55,51
Total	245	100

Los servicios ecosistémicos predominan en el ambiente geográfico marino registrando el 55,51% del total, en tanto que los servicios intermareales (59%) y terrestres (20,41%) presentan porcentajes muy similares (Figura 8).

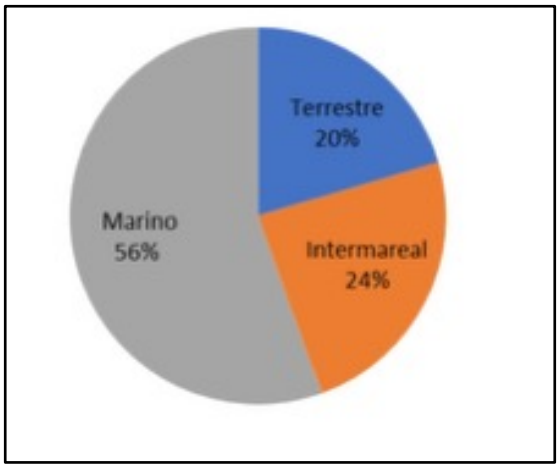


Figura 8. Representación de la cantidad de servicios ecosistémicos por ámbito geográfico

Tabla 4. Cantidad de servicios ecosistémicos identificados por unidad costera en el ámbito geográfico

Unidad costera	Ámbito geográfico				
	Terrestre	Intermareal	Marino	Abs	%
Península de Valdés	9	8	28	45	18,37
Puerto Madryn	11	13	32	56	22,86
Rawson	9	10	21	40	16,33
Camarones	13	16	29	58	23,67
Comodoro Rivadavia	8	12	26	46	18,78
Total	**50**	**59**	**136**	**245**	**100**

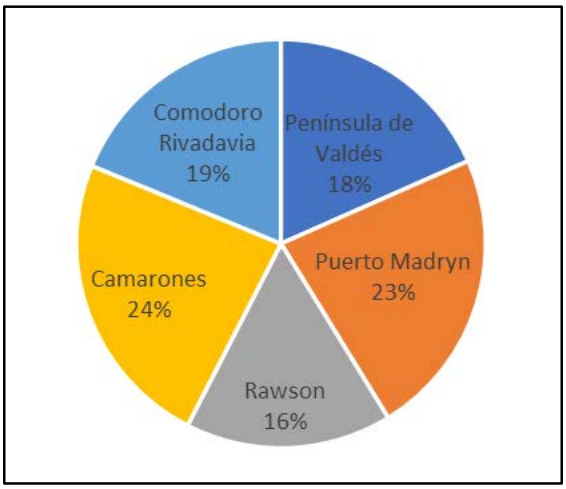


Figura 9. Representación de la cantidad de servicios ecosistémicos por unidad costera

En la Tabla 4 se puede observar la cantidad de servicios por unidad costera identificando un porcentaje mayor en la unidad costera Camarones (23,67%) con predominio

en el ambiente marino. En las demás unidades costeras los servicios ecosistémicos se mantienen con porcentajes similares (Figura 9).

Segunda etapa

Como resultado de la segunda etapa se obtuvieron tablas estandarizadas para los ecosistemas operativos y los servicios ecosistémicos: provisión, regulación, cultural y soporte para trabajar con formulario de atributos agilizando la carga y minimizando los errores. Se tuvieron en consideración los Catálogos de Objetos Geográficos del Instituto Geográfico Nacional (IGN) e IDERA (Figura 10).

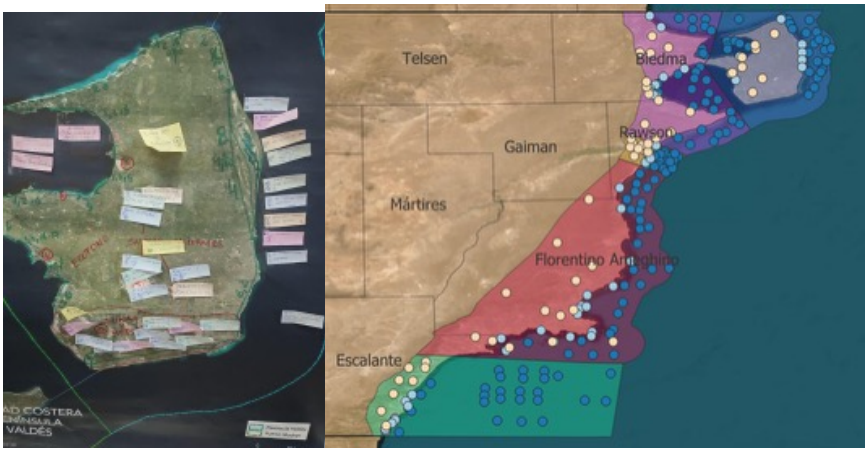


Figura 10. Mapa físico del taller y entorno SIG

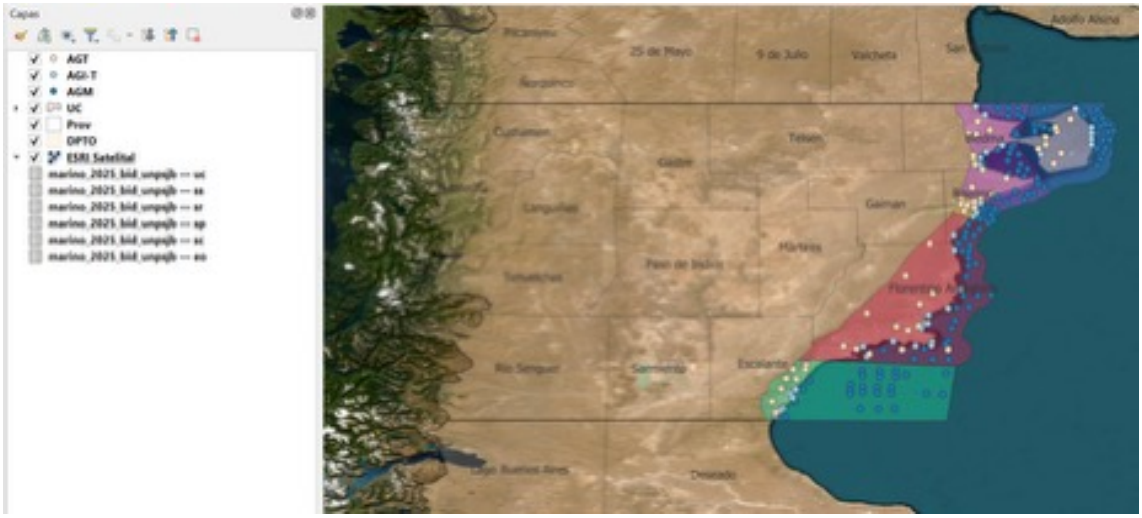


Figura 11. Visualización del proyecto SIG en QGIS

Tercera etapa

Diseño del proyecto SIG: Se crearon capas por cada ámbito geográfico donde los atributos están asociados a los resultados obtenidos en el taller. Se utilizaron capas para contextualizar el proyecto, por ejemplo, provincia y departamentos del IGN, las unidades costeras y como mapa base una imagen satelital. (Figura 11).

Cuarta etapa

Integrar capas geográficas de cada uno de los servicios ecosistémicos (Figura 10).

Quinta etapa

Se obtuvo una capa por cada ambiente geográfico con la ubicación de los servicios ecosistémicos identificados en cada unidad costera. El resultado obtenido será integrado al geoportal de la UNPSJB para ser consultado por la comunidad en su conjunto http://geoportal.unp.edu.ar/

CONCLUSIONES

El litoral costero de la provincia del Chubut constituye un espacio estratégico por su biodiversidad, su valor ecosistémico y su relevancia para actividades como la pesca, el turismo, la conservación ambiental y la infraestructura portuaria. Sin embargo, este territorio enfrenta presiones crecientes vinculadas a la crisis climática, la expansión urbana no planificada, la contaminación y la sobreexplotación de recursos.

En este contexto, el uso de TIG resulta fundamental para el diseño, la implementación y el monitoreo de políticas públicas eficaces y sostenibles. Estas tecnologías permiten integrar información espacial y temática proveniente de distintas fuentes (satélites, sensores remotos, catastros, relevamientos *in situ*, etc.), lo que facilita una comprensión profunda del territorio costero y sus dinámicas.

Fortalecer el uso de las TIG en los estudios territoriales y en el análisis del litoral patagónico permite diseñar estrategias de gestión y conservación. En este sentido, las TIG se posicionan estratégicamente para el ordenamiento ambiental al facilitar, desde un enfoque sistémico, la planificación sostenible y la preservación de la biodiversidad teniendo en cuenta la apropiación de las comunidades locales en un contexto donde se entrecruzan intereses, existen marcadas presiones económicas y complejas dinámicas poblacionales.

Asimismo, es importante destacar los potenciales usos de la IDE, en particular su capacidad para facilitar la transferencia de información geográfica local a una diversidad de usuarios. Esta disponibilidad promueve un uso más eficiente y productivo de los datos, en respuesta a la creciente demanda de información geoespacial. Entre los principales beneficiarios se encuentran los tomadores de decisiones, quienes pueden utilizar

como insumo para el diseño e implementación de políticas públicas territorialmente.

La disponibilidad de plataformas geoespaciales permite promover una mayor participación ciudadana, transparencia en la gestión del territorio y acceso abierto a la información pública.

En resumen, el uso de TIG en el ordenamiento ambiental costero de Chubut no sólo mejora la calidad técnica de las políticas públicas, sino que también fortalece la gobernanza territorial, permitiendo avanzar hacia un manejo integrado, equitativo y sostenible del litoral.

REFERENCIAS

DADON, J. (2010). Manejo costero en la República Argentina. En J. M. Barragán Muñoz (Coord.), Manejo costero integrado y política pública en *Iberoamérica: Un diagnóstico. Necesidad de cambio* (pp. 237–260). Red IBERMAR (CYTED). http://ibermar.org/wp-content/uploads/documentos/publicaciones/FASE%20I.pdf

GUDIÑO DE MUÑOZ, M. (2005). Modelo de gestión integral. Observatorio ambiental y ordenamiento territorial. Integral Administration Model, Environment Observatory and Territory Regulation. *Proyección,* 1(3). https://bdigital.uncuyo.edu.ar/objetos_digitales/3150/gudinoproyeccion3.pdf

OJEDA ZÚJAR, J., DÍAZ CUEVAS, M. P., PRIETO CAMPOS, A., & ÁLVAREZ FRANCOSO, J. I. (2013). Línea de costa y sistemas de información geográfica: Modelo de datos para la caracterización y cálculo de indicadores en la costa andaluza. I*nvestigaciones Geográficas*, (60), 37–52. https://doi.org/10.14198/INGEO2013.60.02

MAKROPOULOS, C., NATSIS, K., LIU, S., MITTAS, K., & BUTLER, D. (2008) Decision support for sustainable option selection in integrated urban water management. *Environmental Modelling & Software*, 23(12), 1448-1460. http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2008.04.010

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE. (2016). *Aportes para una estrategia federal en manejo costero integrado: Estado de la gestión costera en el litoral Atlántico Argentino*. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/libro_manejo_costero_web-baja-resolucion_0.pdf

RYU, J.-H., WON, J.-S., & MIN, K.-D. (2002) Waterline extraction from Landsat TM data in a tidal flat: A case study in Gomso Bay, Korea. *Remote Sensing of Environment*, 83(3), 442-456. doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00059-7

VINCI, M. (2005). Plan de manejo de la costa de Río Negro. Observatorio del ecosistema litoral y monitoreo de la biodiversidad. *Proyección*, 1(3), 50-75. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/3154/vinciproyeccion3.pdf

ZAIXSO, H. E., & BORASO DE ZAIXSO, A. (Eds.). (2015). La zona costera patagónica: Pesca y conservación (1ª ed., Vol. 3). Editorial Universitaria de la Patagonia - EDUPA. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/110939/CONICET_Digital_Nro.87439cb5-cc0b-4098-b699-b3401f64350a_B.pdf?sequence=5&isAllowed=y

MI BaRDO:
Aplicación web para visualización y descarga de datos oceanográficos

MI BaRDO: Web Application for Visualization and Download of Oceanographic Data

MI BaRDO: Aplicativo Web para Visualização e Download de Dados Oceanográficos

*Harold Fenco**[1,2], Ana Baldoni*[1]

1 Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP).
2 Departamento de Ciencias Marinas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata.
**: afenco@inidep.edu.ar*

Resumen: El Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero ha desarrollado el Mapa Interactivo de la Base Regional de Datos Oceanográficos, una aplicación web basada en *Shiny* para R que permite la visualización y descarga de datos oceanográficos históricos y actuales de la Base Regional de Datos Oceanográficos. Esta base de datos, creada en el 2008, contiene mediciones *in situ* de temperatura, salinidad y otras variables físicas obtenidas principalmente mediante sensores CTD en campañas de investigación a bordo de buques propios de la institución. La aplicación presentada en este trabajo integra herramientas de Ciencias de Datos para la visualización interactiva de grandes volúmenes de información. Su desarrollo basado en tecnologías de código abierto ofrece acceso libre a la información oceanográfica, incorporando herramientas como mapas interactivos, exploración de perfiles oceanográficos y descarga de datos. Además, utiliza el ArgenMap del Instituto Geográfico Nacional, cartografía digital oficial de la República Argentina, asegurando compatibilidad con estándares geoespaciales internacionales.

Palabras clave: *Ciencias de Datos, aplicación web, INIDEP, datos oceanográficos.*

Abstract: The National Institute for Fisheries Research and Development (INIDEP) has developed the Interactive Map of the Regional Oceanographic Data Base (MI BaRDO), a *Shiny*-for-R-based web application that enables the visualization and download of historical and current oceanographic data from the Regional Oceanographic Data Base. Created in 2008, this database contains *in situ* measurements of temperature, salinity, and other physical variables obtained mainly through CTD sensors during research cruises aboard the institution's vessels. The application presented in this paper integrates Data Science tools for the interactive visualization of large volumes of information. Its development, based on open-source technologies, provides free access to oceanographic information, incorporating tools such as interactive maps, exploration of oceanographic profiles, and data download. Additionally, it makes use of ArgenMap from the National Geographic Institute, the official digital cartography of Argentina, ensuring compatibility with international geospatial standards.

Keywords: *Data Science, web application, INIDEP, oceanographic data.*

Resumo: O Instituto Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Pesqueiro (INIDEP) desenvolveu o Mapa Interativo da Base Regional de Dados Oceanográficos (MI BaRDO), um aplicativo web baseado em *Shiny* para R que permite a visualização e o download de dados oceanográficos históricos e atuais da Base Regional de Dados Oceanográficos. Criada em 2008, essa base de dados contém medições *in situ* de temperatura, salinidade e outras variáveis físicas obtidas principalmente por meio de sensores CTD em campanhas de pesquisa realizadas a bordo dos navios da instituição. O aplicativo apresentado neste trabalho integra ferramentas de Ciência de Dados para a visualização interativa de grandes volumes de informação. Seu desenvolvimento, baseado em tecnologias de código aberto, oferece acesso livre às informações oceanográficas, incorporando ferramentas como mapas interativos, exploração de perfis oceanográficos e download de dados. Além disso, utiliza o ArgenMap do Instituto Geográfico Nacional, cartografia digital oficial da República Argentina, garantindo compatibilidade com os padrões geoespaciais internacionais.

Palavras-chave: *Ciência de Dados, aplicativo web, INIDEP, dados oceanográficos.*

INTRODUCCIÓN

El Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) desempeña un papel importante en la recopilación, gestión y análisis de datos oceanográficos en la Plataforma Continental Argentina (PCA). Desde su creación, el INIDEP ha desarrollado numerosas campañas de investigación pesquera y oceanográfica, y uno de sus ob-

jetivos ha sido el estudio de las condiciones físicas del océano y su influencia en los recursos marinos.

Como resultado de estas actividades, se creó la Base Regional de Datos Oceanográficos (BaRDO), una de las bases de datos más consolidadas en Argentina en parámetros físicos del mar (BALDONI et al., 2008). En esta base se hallan almacenadas y organizadas las mediciones *in situ* de diversas variables oceanográficas, obtenidas principalmente mediante sensores CTD (*Conductivity - Temperature - Depth*) instalados en buques propios y de oportunidad. La información registrada en BaRDO incluye datos de las campañas de investigación realizadas por el INIDEP desde la década del 80, así como también los obtenidos por buques extranjeros en la etapa de exploración durante las décadas del ´60 y ´70, lo que permite construir una visión de largo plazo sobre la variabilidad oceanográfica en la región.

Actualmente, existe una disponibilidad limitada de datos de perfiles oceanográficos accesibles en la web para la plataforma continental argentina. Esta escasez de información representa un desafío importante para quienes estudian o gestionan los recursos marinos en la región, ya que dificulta el análisis de variables clave como temperatura y salinidad en distintas regiones y períodos. Con el propósito de mejorar el acceso y fomentar el uso de estos datos, se impulsó la realización de una aplicación que permita la visualización y descarga de perfiles oceanográficos, que en un futuro estará destinada tanto a la comunidad científica como al público en general.

En el marco de las Jornadas de IDERA (Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina), se dictaron talleres de Ciencia de Datos orientados a la visualización dinámica de información mediante *dashboards* desarrollados en R, un entorno de programación de software libre ampliamente utilizado en análisis de datos. Aprovechando estas herramientas, se diseñó y desarrolló el Mapa Interactivo de la Base Regional de Datos Oceanográficos (MI BaRDO), una aplicación web construida con el paquete *Shiny* para R, que permite la creación de interfaces gráficas interactivas.

MI BaRDO constituye una aplicación innovadora que permite la visualización georreferenciada de estaciones de muestreo oceanográficas sobre un mapa y la consulta dinámica de la información. La aplicación facilita el acceso tanto a datos históricos como recientes de manera intuitiva, brindando herramientas para la consulta y descarga. En esta primera etapa, la aplicación se encuentra habilitada para uso dentro de la institución brindando acceso a los datos de perfiles de CTD. En futuras versiones se prevé incorporar registros obtenidos mediante Termosalinógrafo y Correntómetro Acústico Doppler, ampliando así la cobertura y variedad de información disponible.

MÉTODOS Y FUENTES UTILIZADOS

Base de datos

BaRDO es una base de datos de información estructurada y sometida a controles de calidad, con el objetivo de garantizar la precisión y confiabilidad de la información registrada. Esta base de datos constituye un recurso fundamental para el estudio de la

oceanografía en la PCA y el Atlántico Sudoccidental, ya que alberga información detallada y de alta resolución sobre múltiples variables oceanográficas.

El diseño estructurado de BaRDO permite almacenar, organizar y recuperar información de manera eficiente. Además, la implementación de protocolos de control de calidad garantiza que los datos sean validados antes de ser integrados en la base, asegurando su fiabilidad para aplicaciones en investigación y gestión de recursos marinos.

Gracias a su solidez y amplio alcance temporal y espacial, BaRDO constituye en una herramienta de gran utilidad para la comunidad científica y para organismos dedicados al monitoreo del océano, contribuyendo al desarrollo de políticas basadas en evidencia y a la comprensión de los procesos oceanográficos en la región del Atlántico Sudoccidental.

Infraestructura geoespacial

Para la representación geoespacial y visualización interactiva de los datos, la aplicación web emplea ArgenMap (https://www.ign.gob.ar/AreaServicios/Argenmap/Introduccion), un servicio de mapas base desarrollado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN, 2024). Este sistema proporciona acceso a cartografía digital oficial de la República Argentina a través de servicios web geoespaciales que cumplen con los estándares internacionales del *Open Geospatial Consortium* (OGC) y la Norma Internacional ISO 19119.

La integración de ArgenMap en la aplicación permite superponer los datos oceanográficos sobre un entorno georreferenciado dinámico, facilitando su exploración y análisis en contexto espacial. La aplicación web incorpora diversas capas de información geográfica, brindando a los usuarios la posibilidad de elegir el mapa base más adecuado según sus necesidades de visualización. Entre las capas disponibles, se incluyen:

- Mapa base estándar: representación general de la cartografía oficial con elementos topográficos y políticos detallados.
- Mapa topográfico: visualización con énfasis en la morfología del terreno y elevaciones, útil para el análisis de la interacción entre el océano y la costa.
- Mapa en escala de grises: versión simplificada con menor carga visual, ideal para superponer datos sin distracciones cromáticas.
- Mapa oscuro: alternativa de alto contraste que mejora la percepción de capas de datos sobre entornos oscuros, reduciendo el cansancio visual en usos prolongados.
- Mapa ESRI: mapa base proporcionado por la empresa ESRI, disponible como opción adicional.

Gracias a la integración de estos mapas base, la aplicación web brinda una experiencia de navegación intuitiva y flexible para la consulta de datos oceanográficos, facilitando el acceso a información espacialmente referenciada de manera clara y eficiente. Ade-

más, el uso de estándares abiertos garantiza la compatibilidad con otras plataformas y sistemas de información geográfica, lo que facilita futuras ampliaciones e integraciones con nuevas fuentes de datos.

Desarrollo de la aplicación web con Shiny

Shiny es un paquete de R (Ripley y Murdoch, 2024) diseñado para el desarrollo de aplicaciones web interactivas, permitiendo a los usuarios explorar y visualizar datos de manera dinámica y accesible desde cualquier navegador (POSIT SOFTWARE, PBC, 2024). Su flexibilidad y capacidad para gestionar grandes volúmenes de información lo convierten en una herramienta ideal para la representación de datos oceanográficos, proporcionando una plataforma de acceso libre que facilita el análisis y la interpretación de estos registros.

La integración de *Shiny* con la base de datos BaRDO y diversas librerías de R (como *Leaflet*, *ggplot2* y *Plotly*) permite desarrollar herramientas avanzadas de visualización y análisis de datos oceanográficos. Gracias a esta combinación, la aplicación web ofrece funcionalidades como:

- Mapas interactivos: representación geoespacial de estaciones oceanográficas y variables ambientales.
- Perfiles oceanográficos: distribución vertical de temperatura y salinidad en la columna de agua.
- Filtros dinámicos: exploración de datos en una determinada región, período o campaña de investigación.

RESULTADOS

Las principales funcionalidades de Mi BaRDO están orientadas a facilitar el acceso, visualización y descarga de información oceanográfica de manera intuitiva y eficiente. La plataforma cuenta con un mapa interactivo que permite explorar la ubicación de las estaciones de muestreo sobre la cartografía oficial, así como aplicar filtros dinámicos por proyecto, campaña o período temporal. También incluye un explorador de datos en formato tabular, que permite ordenar, buscar y exportar la información seleccionada.

- Mapa interactivo: visualización geoespacial de las estaciones oceanográficas registradas desde 1969 hasta la actualidad, utilizando ArgenMap como base cartográfica. Esta herramienta permite identificar fácilmente la ubicación de las estaciones oceanográficas y explorar los datos asociados en un contexto geográfico (Figura 1).
- Filtros de búsqueda avanzados: permiten segmentar la información para un análisis más específico, según diferentes criterios:

Proyecto de investigación: posibilidad de seleccionar datos vinculados a programas de investigación dirigidos a determinadas especies, como por ej. calamar, langostino, merluza, entre otros.

Año de recolección: permite acceder a información de períodos temporales concretos, facilitando estudios comparativos a lo largo del tiempo.

Campaña específica: permite filtrar datos por cada una de las campañas oceanográficas realizadas a bordo de los buques del INIDEP.

Región y Fecha: permite un filtro temporal (por mes y/o año), o de una región específica mediante la selección de rangos de longitud y latitud.

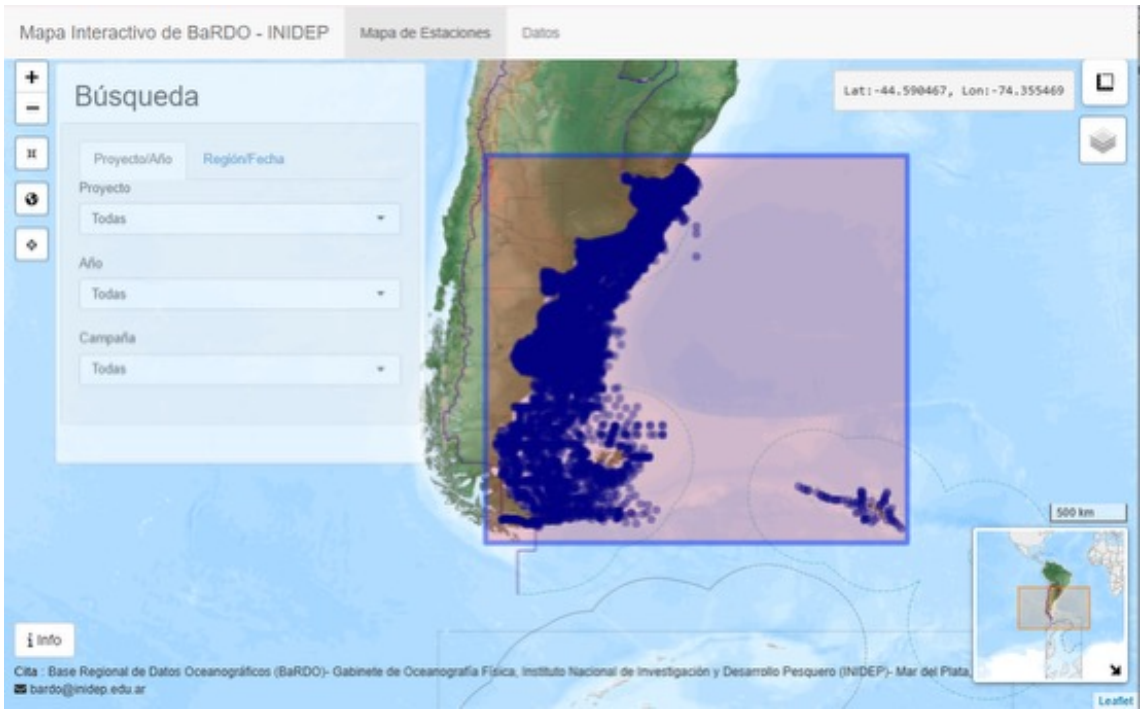


Figura 1. Visualización geográfica de las estaciones oceanográficas en MI BaRDO. Cada punto azul representa una estación de muestreo. Las zonas donde los puntos aparecen más oscuros indican un mayor solapamiento de estaciones en ubicaciones cercanas o coincidentes, reflejando áreas con mayor densidad de información

Fuente: elaboración propia (2024).

• Perfil Oceanográfico: presenta el perfil oceanográfico de la estación seleccionada en el mapa junto a los metadatos básicos correspondientes.

• Mapa base: se proporciona acceso a Argenmap, cartografía digital oficial de la República Argentina, y a mapa libre de ESRI.



Figura 2. Filtro de Búsqueda: Datos del proyecto Calamar

Fuente: elaboración propia (2024).

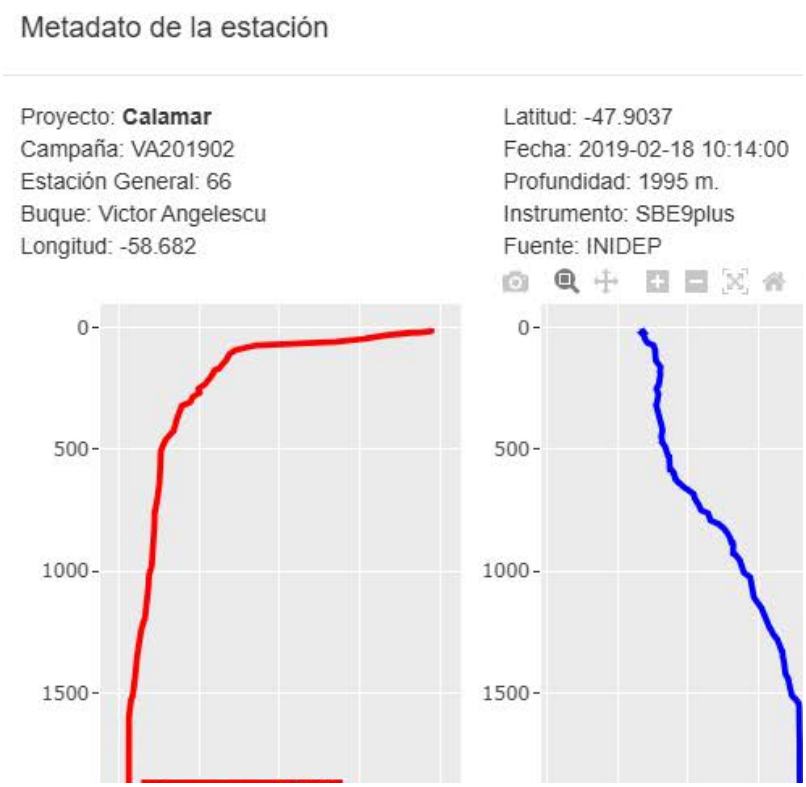


Figura 3. Visualización del perfil oceanográfico seleccionando un punto del filtro de búsqueda

Fuente: elaboración propia (2024).

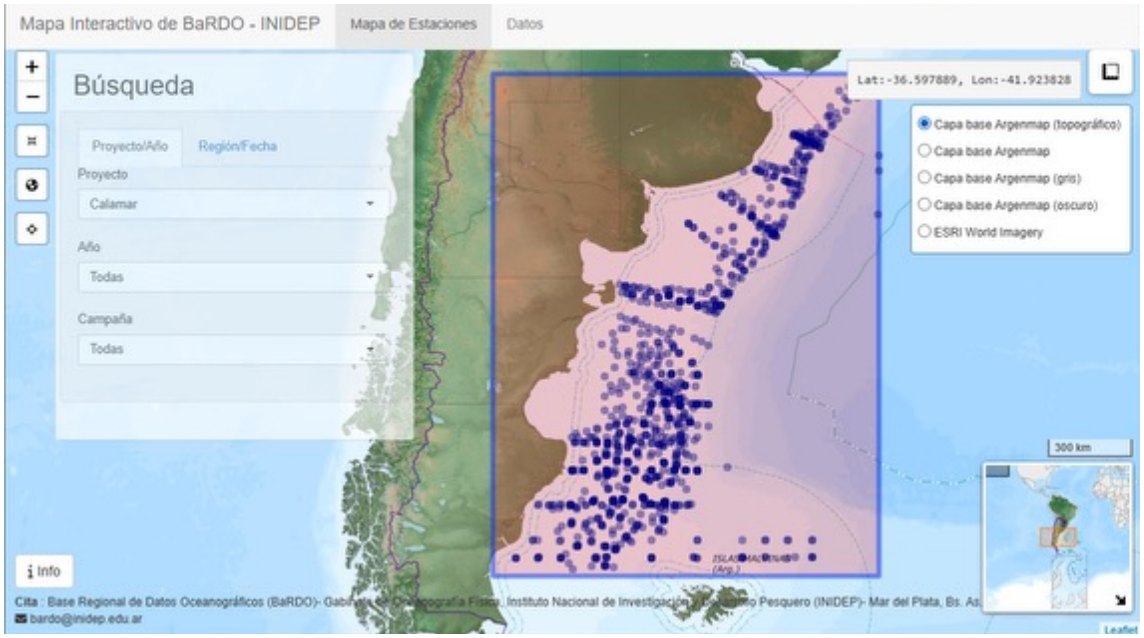


Figura 4. Visualización de los datos usando diferentes mapas base
Fuente: elaboración propia (2024).

• Explorador de datos: presenta la información en una tabla interactiva, con opciones de búsqueda, ordenamiento y filtrado. También permite la descarga de los datos en formato CSV (*Comma-Separated Values*), facilitando su análisis posterior utilizando herramientas externas.

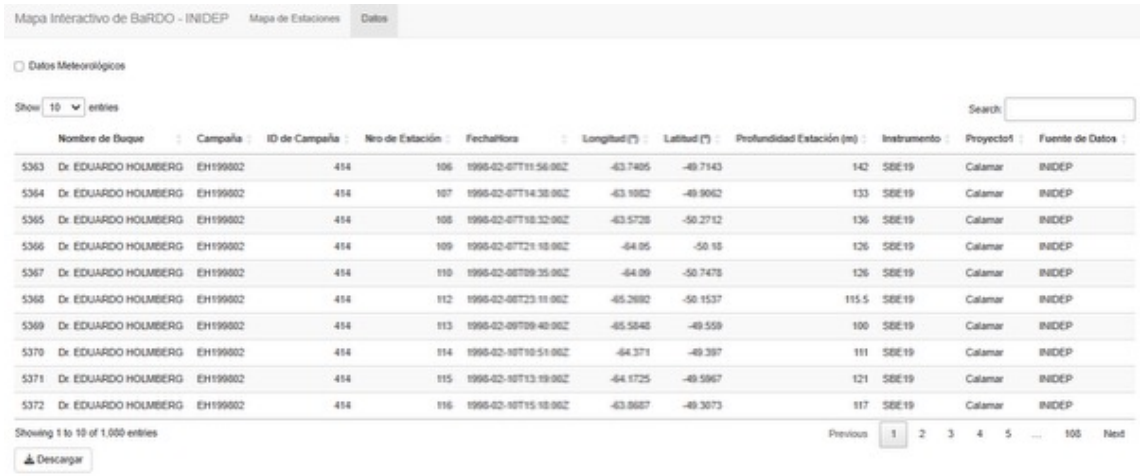


Figura 5. Visualización de los datos usando el filtro de búsqueda
Fuente: elaboración propia (2024).

CONCLUSIONES

El desarrollo de MI BaRDO representa un avance significativo en la accesibilidad y visualización de datos oceanográficos en la Plataforma Continental Argentina. Su integración de tecnologías de código abierto, como *Shiny* para R y con bases cartográficas de ArgenMap, ha permitido la creación de una plataforma interactiva que permite la exploración eficiente de perfiles oceanográficos a través de mapas y un entorno gráfico, brindando acceso público a la información.

Entre los principales beneficios de MI BaRDO se destacan:

- Acceso a la información oceanográfica, permitiendo que el usuario pueda consultar y descargar datos históricos y recientes de forma sencilla.
- La posibilidad de realizar análisis dinámicos, aplicando filtros específicos por año, zona geográfica, rangos temporales, campaña o proyecto de investigación, lo que facilita estudios de largo plazo sobre la variabilidad ambiental y sus efectos en los ecosistemas marinos.
- La flexibilidad de la aplicación, dado que, al estar desarrollada en código abierto, puede seguir evolucionando con nuevas funcionalidades, metodologías e integraciones con otras fuentes de datos oceanográficos, lo que la convierte en una herramienta en desarrollo permanente para el estudio de los océanos.

El uso y desarrollo de estas herramientas se enmarca dentro del campo de la Ciencia de Datos, un área interdisciplinaria que combina estadística, programación y análisis computacional, y visualización de grandes volúmenes de información para la generación de conocimiento.

La aplicación web estará disponible una vez que se apruebe, a nivel institucional, la política de datos abiertos del INIDEP. Una vez oficializada, la plataforma podrá ser consultada por investigadores de universidades e institutos científicos, tomadores de decisiones y el público en general, a través del sitio web del instituto. Esta herramienta permitirá acceder de forma rápida, visual e intuitiva a información clave sobre las condiciones físicas del océano en la Plataforma Continental Argentina.

AGRADECIMIENTOS

El desarrollo de MI BaRDO no habría sido posible sin el conocimiento adquirido a través de los talleres de Ciencia de Datos organizados por las diferentes jornadas de IDERA.

Agradezco especialmente a los organizadores y docentes de estos talleres, quienes compartieron su experiencia y conocimientos en tecnologías de datos abiertos, infraestructura geoespacial y análisis espacial. Su aporte fue clave para la integración de *Shiny*, *Leaflet* y otras librerías de R, así como para la comprensión de estándares y protocolos necesarios para interoperar con IDERA. Asimismo, valoro el esfuerzo de la comunidad de IDERA en la promoción del acceso abierto a la información geoespacial y la generación de espacios de colaboración interdisciplinaria.

REFERENCIAS

BALDONI, A.; MOLINARI, G.; GUERRERO, R. & M. KRUK. (2008). *Base Regional de Datos Oceanográficos (BaRDO)* (Informe de Investigación N° 13) INIDEP

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (15 de abril de 2024). Argenmap. https://www.ign.gob.ar/AreaServicios/Argenmap/introduccion

POSIT SOFTWARE, PBC. (15 de abril de 2024). *Shiny*. https://shiny.posit.co/

RIPLEY B. D. & MURDOCH D. J. R (2024). *Software R 4.5.0 for Windows. The Comprehensive R Archive Network*. https://cran.r-project.org/

Vocabularios controlados en GeoNetwork:

Enriqueciendo metadatos para la Red de Observación Marina Argentina

Controlled Vocabularies in GeoNetwork: Enriching Metadata for the Argentine Marine Observation Network

Vocabulários Controlados no GeoNetwork: enriquecendo metadados para a Rede de Observação Marinha Argentina

Pablo Rosales[*1], *Carlos De Marziani*[1,2] *y Ana Baldoni*[3]

1 Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. 2 Instituto Multidisciplinario para la Investigación y el Desarrollo Productivo y Social de la Cuenca Golfo San Jorge, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (IIDEPyS, CONICET). 3 Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP).
**: prosales@unpata.edu.ar*

Resumen: Este trabajo presenta una experiencia de enriquecimiento semántico sobre un recurso oceanográfico registrado en el catálogo GeoNetwork de la Red de Observación Marina Argentina. Se ha diseñado e implementado un vocabulario temático multilingüe, que describe de manera controlada nueve variables físicoquímicas del medio marino. Su incorporación al editor de metadatos mejoró la precisión descriptiva, la coherencia temática y la navegación jerárquica de los recursos. Los resultados obtenidos confirman la utilidad de los vocabularios controlados en entornos operativos y plantean, como línea futura, el desarrollo colaborativo de un sistema nacional para la creación y gestión de vocabularios oceanográficos.

Palabras clave: *Geonetwork, SKOS, metadatos, Datos Oceanográficos.*

Abstract: This paper presents an experience of semantic enrichment applied to an oceanographic resource registered in the GeoNetwork catalog of the Argentine Marine Observation Network. A multilingual thematic vocabulary was designed and implemented to provide controlled descriptions of nine physicochemical variables of the marine environment. Its integration into the metadata editor improved descriptive accuracy, thematic coherence, and hierarchical navigation of resources. The results obtained confirm the usefulness of controlled vocabularies in operational environments and point to the collaborative development of a national system for the creation and management of oceanographic vocabularies as a future line of work.

Keywords: *GeoNetwork. SKOS. Metadata. Oceanographic data.*

Resumo: Este trabalho apresenta uma experiência de enriquecimento semântico aplicada a um recurso oceanográfico registrado no catálogo GeoNetwork da Rede de Observação Marinha Argentina. Foi elaborado e implementado um vocabulário temático multilíngue que descreve, de forma controlada, nove variáveis físico-químicas do ambiente marinho. Sua incorporação ao editor de metadados melhorou a precisão descritiva, a coerência temática e a navegação hierárquica dos recursos. Os resultados obtidos confirmam a utilidade dos vocabulários controlados em ambientes operacionais e apontam para o desenvolvimento colaborativo de um sistema nacional para a criação e gestão de vocabulários oceanográficos como linha futura de trabalho.

Palavras-chave: *GeoNetwork. SKOS. Metadados. Dados oceanográficos.*

INTRODUCCIÓN

La gestión eficiente de datos geoespaciales es fundamental para el análisis territorial, la evaluación ambiental y la toma de decisiones basadas en evidencia. En las últimas décadas, las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) han sido promovidas como entornos de integración técnica, normativa y organizacional para facilitar el acceso abierto, la estandarización de metadatos y la interoperabilidad de los datos geoespaciales. En Argentina, la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA) impulsa la implementación de estas prácticas a través de recursos como las guías para construir una IDE y el Marco Integrado de Información Geoespacial de Naciones Unidas (UN-IGIF), promoviendo el uso de catálogos normalizados y estándares internacionales como ISO 19115/19139 (IDERA, 2025a; IDERA, 2025b).

Sin embargo, estos estándares, centrados en la estructura y codificación de los metadatos no resuelven por sí mismos los desafíos semánticos asociados a la heterogeneidad terminológica entre productores de datos, ni a las dificultades de recuperación de información cuando se utilizan descripciones libres. En este marco, se vuelve necesario

avanzar hacia modelos más expresivos que posibiliten una interpretación compartida de los conceptos utilizados en los catálogos. Tal como fue planteado por Berners-Lee et al. (2001), la Web Semántica permite enriquecer los contenidos digitales con significado explícito, facilitando la vinculación y el procesamiento automático de datos por parte de sistemas inteligentes.

Una estrategia ampliamente adoptada para lograr este enriquecimiento en contextos de IDE es el uso de vocabularios controlados estructurados bajo el modelo SKOS (Simple Knowledge Organization System). Esta especificación, promovida por el World Wide Web Consortium (2009), permite representar conceptos, relaciones jerárquicas, etiquetas multilingües y vínculos semánticos mediante identificadores únicos persistentes. Su implementación facilita la estandarización temática, la expansión de consultas y la interoperabilidad entre catálogos geoespaciales (Tudhope et al., 2006; Nebert et al., 2004).

En este contexto, trabajos como el de Fugazza y Luraschi (2012) han demostrado la utilidad de incorporar vocabularios SKOS multilingües en catálogos IDE europeos, mejorando la precisión descriptiva de los recursos y habilitando nuevas formas de navegación temática. Estas experiencias, alineadas con las recomendaciones del *Spatial Data Infrastructure - SDI Cookbook* (NEBERT, 2004), muestran el potencial de los enfoques semánticos para fortalecer la búsqueda, la vinculación entre catálogos distribuidos y la reutilización de datos en dominios especializados.

El presente trabajo se inscribe en esa línea, presentando una experiencia práctica de incorporación de vocabularios SKOS en el catálogo *GeoNetwork* de la Red de Observación Marina Argentina (ROMA). Se seleccionó como caso de estudio un recurso oceanográfico correspondiente a la estación Isla Redonda, con registros físicos del medio marino generados por sensores in situ. Se diseñó e implementó un vocabulario temático de ejemplo, integrado a las funcionalidades nativas de *GeoNetwork*, y se evaluaron sus efectos en la mejora de la descripción temática, la navegabilidad semántica y la vinculación potencial con vocabularios externos como el del *British Oceanographic Data Centre* (BODC). Este ejercicio aporta evidencia concreta sobre las ventajas de aplicar buenas prácticas semánticas en la descripción de datos oceanográficos, y plantea como línea futura el desarrollo colaborativo de un sistema nacional para la edición y gestión de vocabularios geoespaciales en este dominio.

Además, este trabajo se enmarca en los esfuerzos nacionales por promover la apertura de datos y la transparencia en la administración pública, alineados con los principios de datos abiertos del gobierno argentino y con iniciativas de IDERA orientadas a mejorar la accesibilidad y calidad de los datos geoespaciales. La incorporación de vocabularios controlados no solo contribuye a la estandarización temática dentro del catálogo de la ROMA, sino que también habilita mecanismos de descubrimiento más eficientes para comunidades científicas, organismos de gestión costera, autoridades ambientales y entidades binacionales que operan en el litoral marítimo argentino.

Desde una perspectiva comparativa, pueden mencionarse desarrollos similares llevados adelante por redes como el *European Marine Observation and Data Network* (EMODnet), que ofrece servicios de vocabularios para armonizar temáticamente da-

tos marinos entre instituciones europeas (*European Commission*, 2023), y la plataforma *Ocean Biodiversity Information System* (OBIS, s.f.), que estructura y valida información biológica marina mediante ontologías y taxonomías controladas (De Pooter et al., 2017).

Además de estas experiencias europeas, en América Latina comienzan a emerger reflexiones y propuestas vinculadas a la publicación de datos abiertos y semánticos. En Brasil, Santarém Segundo (2015) analiza los desafíos que enfrenta ese país frente a las iniciativas internacionales, destacando la necesidad de fortalecer el uso de modelos semánticos en la publicación de datos gubernamentales. El autor subraya la importancia de adoptar tecnologías como RDF (*Resource Description Framework*) y vocabularios controlados para lograr una mejor recuperación de información y promover la interoperabilidad entre plataformas. Si bien la experiencia brasileña aún presenta limitaciones, constituye una referencia regional relevante para pensar estrategias de fortalecimiento semántico en iniciativas de datos abiertos en América Latina. Estas iniciativas refuerzan la importancia de contar con catálogos semánticamente enriquecidos, especialmente en dominios especializados como la oceanografía, donde la interoperabilidad entre fuentes es crítica para avanzar hacia una visión integrada del medio marino.

MÉTODOS Y FUENTES UTILIZADOS

El trabajo se desarrolló íntegramente sobre el catálogo *GeoNetwork* de la Red de Observación Marina Argentina (ROMA), aprovechando el acceso completo a su configuración interna, incluyendo la gestión de vocabularios, edición de esquemas y control sobre los registros de metadatos. El objetivo fue evaluar el impacto que tiene la incorporación de vocabularios controlados sobre la calidad semántica, la interoperabilidad y la navegación temática en un conjunto de datos oceanográficos.

Selección del recurso base

Como caso de estudio se seleccionó el recurso correspondiente a la estación oceanográfica Isla Redonda, por su relevancia como nodo estable de observación y su disponibilidad regular de datos físicos del medio marino. El *dataset* contiene registros mensuales de temperatura del agua y del aire, nivel del mar, viento, radiación, clorofila y sólidos suspendidos. El metadato original, aún desprovisto de vocabularios estructurados, puede consultarse en:

http://roma-geonetwork.iado-conicet.gob.ar/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/5577dcd4-a474-4b4c-8df4-0c6b8aa4f7af

Revisión del metadato tradicional

Se analizaron los campos del metadato conforme al perfil ISO 19115/19139, detectándose el uso de palabras clave libres, descripciones poco estructuradas y la ausencia de referencias semánticas normalizadas. Esto limitaba su capacidad de descubrimiento y reutilización interoperable. Esta instancia inicial permitió establecer una línea de base comparativa para el enriquecimiento posterior.

Modelado del vocabulario temático

Se construyó un tesauro específico en formato SKOS para las variables oceanográficas observadas. Cada concepto fue definido con un URI (Identificador de recursos uniforme) persistente, etiquetas preferidas en español e inglés, definiciones claras y relaciones semánticas (skos:exactMatch) con vocabularios internacionales como el BODC (P01). El modelado fue realizado en RDF/XML, validado con RDF4J y verificado mediante herramientas del W3C.

Como se muestra en la Figura 1, cada término fue estructurado incluyendo etiquetas multilingües y enlaces explícitos con conceptos equivalentes del vocabulario del BODC.

```
<rdf:Description rdf:about="http://vocab.romageonetwork.iado-conicet.gob.ar/tesauro/oceanografia#temperatura_agua">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#Concept"/>
  <skos:prefLabel xml:lang="es">Temperatura del agua</skos:prefLabel>
  <skos:prefLabel xml:lang="en">Water temperature</skos:prefLabel>
  <skos:definition xml:lang="es">Medida de la energía térmica contenida en el agua.</skos:definition>
  <skos:definition xml:lang="en">Measure of the thermal energy contained in water.</skos:definition>
  <skos:exactMatch rdf:resource="http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P01/current/TEMPST01/"/>
  <skos:inScheme rdf:resource="http://vocab.romageonetwork.iado-conicet.gob.ar/tesauro/oceanografia"/>
</rdf:Description>
```

Figura 1. Representación RDF/XML del concepto Temperatura del agua en el vocabulario SKOS creado

Fuente: elaboración propia con datos de vocabulario creado (2025).

El vocabulario generado está compuesto por nueve conceptos, representando variables oceanográficas medidas en campo tales como temperatura del agua, nivel de marea, dirección del viento y concentración de clorofila. Se le asignaron etiquetas preferidas (skos:prefLabel) tanto en español como en inglés, utilizando la propiedad xml:lang para permitir su despliegue multilingüe en el entorno de edición y búsqueda de *GeoNetwork*.

El vocabulario fue diseñado y aplicado exclusivamente sobre el recurso vinculado a la estación Isla Redonda, seleccionado como caso de estudio por contar con acceso completo a su configuración. Aunque no se evaluó formalmente su aplicación en otros metadatos, su cobertura temática fue pensada con el objetivo de facilitar la reutilización en otros conjuntos de datos que documenten variables físicas similares. Este aspecto se considera una línea futura de trabajo.

El archivo completo del vocabulario, modelado en formato RDF/XML conforme al estándar SKOS, se encuentra disponible públicamente a través del siguiente enlace:

https://gist.github.com/pablo27207/fe4dd263951ada1453aee3b6e3903add

Esta disponibilidad busca facilitar su consulta, reutilización o adaptación por parte de otros nodos que trabajen con datos oceanográficos u otras temáticas específicas.

Configuración e integración en GeoNetwork

Se habilitaron las funciones nativas de *GeoNetwork* 4.2.5 para la carga de tesauros. El vocabulario fue incorporado como fuente local y habilitado como *Tema* dentro del editor de metadatos, permitiendo su uso directo en la edición de recursos.

La Figura 2 muestra la interfaz de configuración donde se cargó el tesauro con su nombre, URI y tipo. Posteriormente, los conceptos definidos se hicieron visibles en el editor para ser seleccionados como palabras clave estructuradas (Figura 3).

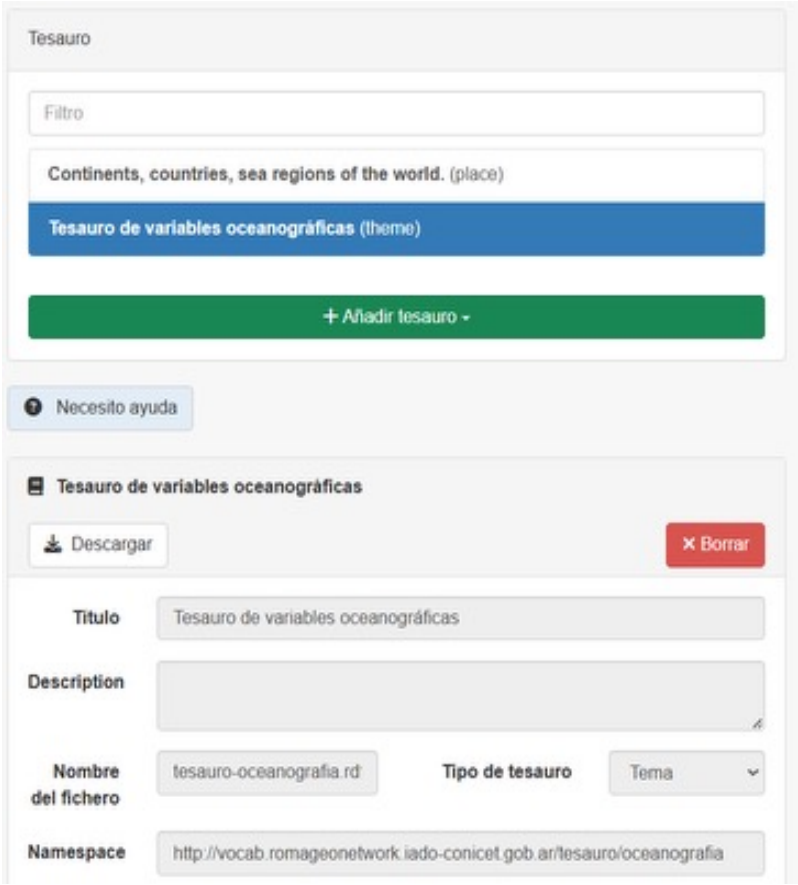


Figura 2. Interfaz de carga del tesauro en GeoNetwork
Fuente: elaboración propia con datos de GeoNetwork 4.2.5 (2025).

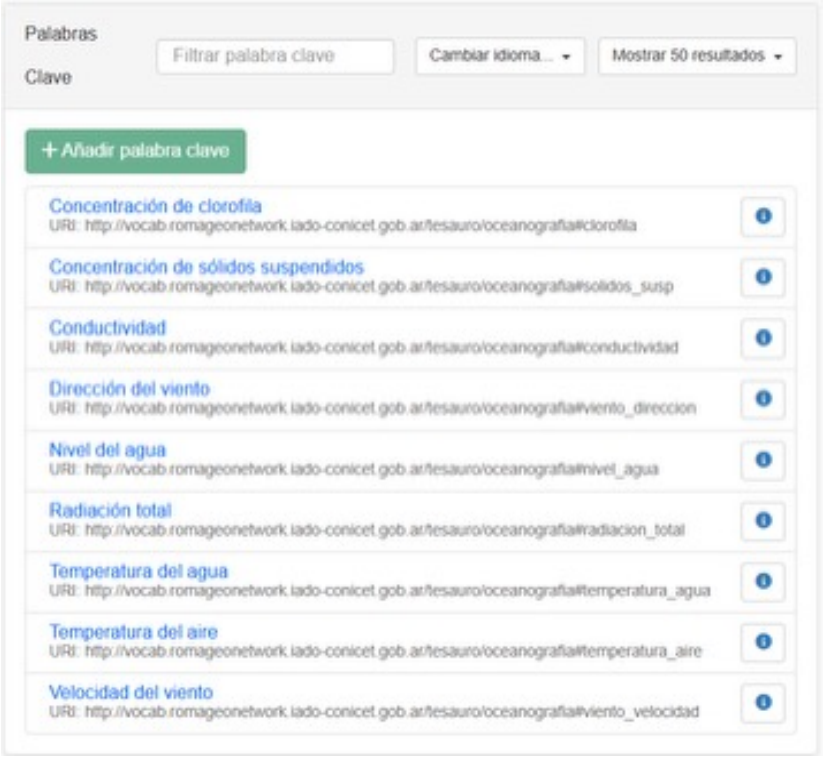


Figura 3. Listado de términos activos del tesauro en el editor de metadatos
Fuente: elaboración propia con datos de GeoNetwork 4.2.5 (2025).

Enriquecimiento del metadato

El metadato original fue actualizado, reemplazando las palabras clave libres por conceptos provenientes del tesauro. Esta acción permitió que los términos utilizados fueran navegables, trazables y compatibles con estándares semánticos. El recurso resultante, ahora enriquecido, puede consultarse en:

http://roma-geonetwork.iado-conicet.gob.ar/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/6b506a39-962c-4dbc-a7b3-403ea17bb348

En la Figura 4 se observa el panel técnico del recurso con las nuevas etiquetas temáticas y su categorización vinculada al vocabulario. Asimismo, la Figura 5 ilustra cómo la incorporación del tesauro permite la navegación temática en el buscador de *GeoNetwork*, facilitando el descubrimiento semántico. En esta configuración, el vocabulario SKOS fue habilitado como fuente de temas mediante la herramienta de configuración de tesauros. Esto permite que los conceptos definidos sean utilizados tanto en el editor de metadatos como en los filtros de búsqueda temática, facilitando consultas más precisas.



Figura 4. Panel técnico del recurso enriquecido
Fuente: elaboración propia con datos de GeoNetwork 4.2.5 (2025).



Figura 5. Vista de búsqueda temática luego de incorporar el vocabulario
Fuente: elaboración propia con datos de GeoNetwork 4.2.5 (2025).

Para evaluar el impacto del enriquecimiento semántico, se realizó un análisis cualitativo exploratorio basado en la observación directa del comportamiento del catálogo antes y después de la incorporación del vocabulario. Se consideraron los siguientes aspectos:

- Expresividad: mayor precisión en la descripción temática.
- Navegabilidad: mejora en las búsquedas por términos específicos.
- Interoperabilidad: posibilidad de trazabilidad semántica con recursos del BODC e INIDEP (Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero).
- Experiencia de edición: facilidad de uso del vocabulario dentro del editor de *GeoNetwork*.

Fuentes e instrumentos utilizados

- Datos: archivos mensuales en formato TXT (documento de texto), generados por sensores instalados en Isla Redonda.
- Herramientas: GeoNetwork 4.2.5, RDF4J, editor SKOS de *Protégé*, *scripts* en *Python* para análisis previo.
- Vocabularios de referencia: SKOS, ISO 19115/19139, BODC (colección P01).

Estas etapas, que se desarrollaron secuencialmente sobre el catálogo de la ROMA, se sintetizan en la Figura 6, donde se presenta el flujo metodológico aplicado para la incorporación de vocabularios SKOS al sistema *GeoNetwork*.

RESULTADOS

Se construyó un vocabulario temático en formato SKOS que permite describir variables oceanográficas de forma controlada, multilingüe y estructurada. Este vocabulario fue integrado al catálogo *GeoNetwork* de ROMA y habilitado como fuente semántica en los campos de tipo *Tema* del editor de metadatos.

El recurso correspondiente a la estación Isla Redonda fue actualizado reemplazando sus palabras clave libres por conceptos definidos en el vocabulario, los cuales incluyen identificadores persistentes (URI), etiquetas preferidas en español e inglés, y definiciones estandarizadas. Además, se establecieron enlaces exactos (skos:exactMatch) con términos equivalentes de la colección P01 del BODC.

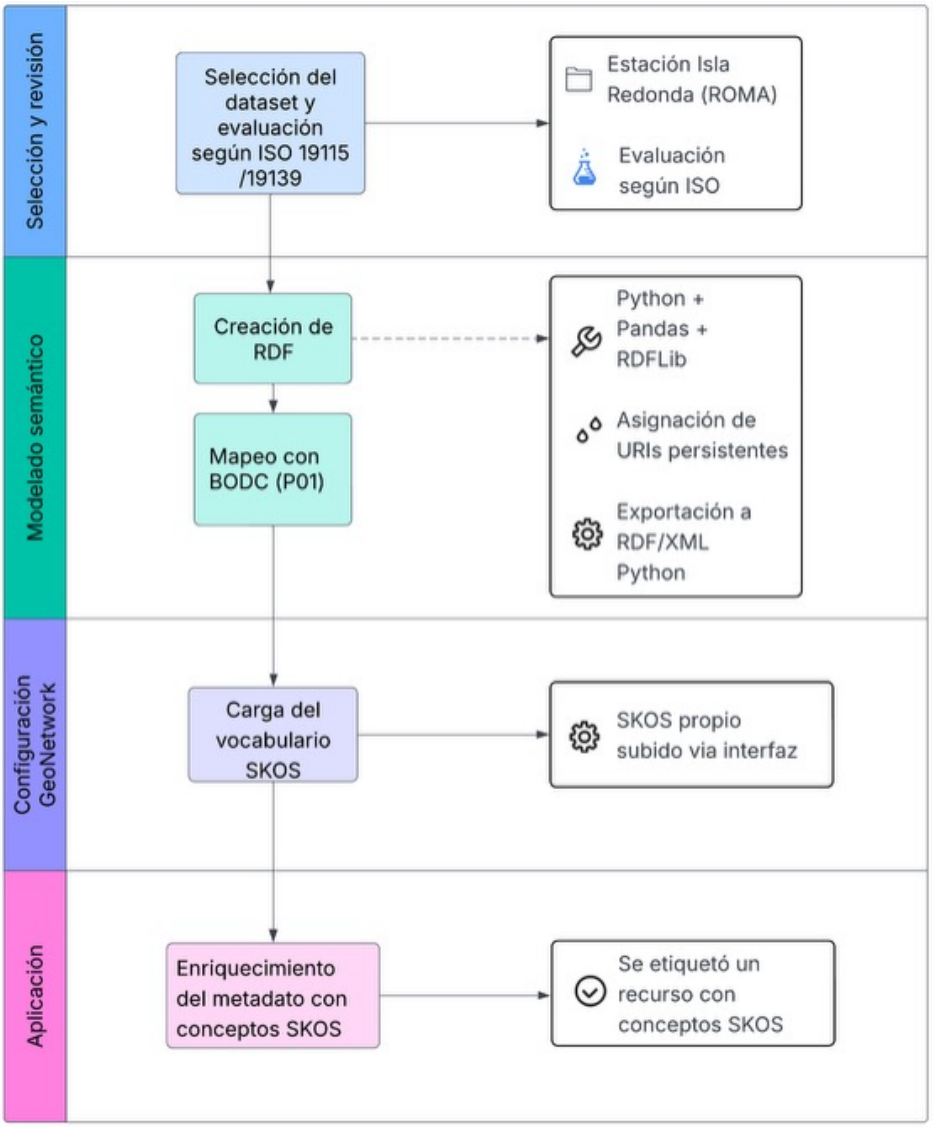


Figura 6. Etapas del proceso de incorporación de vocabularios SKOS en el catálogo GeoNetwork de ROMA

Fuente: elaboración propia (2025).

El vocabulario fue diseñado como ejemplo funcional con fines demostrativos, para evaluar el impacto de una estructura semántica básica sobre un recurso real. Su implementación permitió observar mejoras en la calidad descriptiva del metadato, la trazabilidad de los conceptos utilizados y la habilitación de filtros temáticos en el buscador de *GeoNetwork*, lo cual facilita la navegación semántica dentro del catálogo. Para ello, el vocabulario fue configurado en *GeoNetwork* como fuente para el campo *tema* dentro del esquema ISO 19115-3. Al estar correctamente estructurado en SKOS, los términos definidos se integraron automáticamente en las facetas de búsqueda, permitiendo que los usuarios naveguen los recursos por conceptos predefinidos y no solo por coincidencias textuales.

Si bien no se realizó una medición cuantitativa formal, la evaluación cualitativa permitió observar que, tras la incorporación del tesauro, las búsquedas temáticas relacionadas con variables como *clorofila* o *nivel del mar* arrojaban resultados más precisos y trazables, evitando ambigüedades comunes en los términos libres originalmente utilizados. Esta mejora en la capacidad de descubrimiento constituye un beneficio directo tanto para usuarios científicos como técnicos, especialmente en contextos donde la estandarización terminológica es clave.

Para ilustrar las mejoras alcanzadas, se presenta una comparación entre el metadato original, sin control terminológico, y su versión enriquecida mediante vocabulario SKOS (Tabla 1). Esta comparación resalta la incorporación de etiquetas multilingües, la trazabilidad semántica y la habilitación de búsquedas asistidas, todos aspectos que fortalecen la calidad descriptiva y la interoperabilidad de los metadatos.

Tabla 1. Comparación estructural entre el metadato original y el metadato enriquecido con vocabulario SKOS

Elemento	**Versión original (sin vocabulario)**	**Versión enriquecida (con vocabulario SKOS)**
Palabras clave	Texto libre sin control terminológico	Términos normalizados con URI y etiquetas multilingües
Navegabilidad semántica	No disponible	Habilitada mediante estructura SKOS
Interoperabilidad externa	No aplicable	Posible mediante vínculos exactMatch (P01 - BODC)
Facilidad de edición	Totalmente manual, sin sugerencias	Uso asistido por tesauro cargado
Reutilización de conceptos	Limitada	Alta: términos con identificador reutilizable

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La incorporación de vocabularios SKOS en el catálogo *GeoNetwork* permitió comprobar, en un entorno real, la viabilidad de aplicar principios de la Web Semántica en el contexto de una Infraestructura de Datos Espaciales. A pesar de que el vocabulario utilizado fue diseñado con fines ilustrativos y no constituye aún un producto definitivo, su aplicación sobre el recurso de la estación Isla Redonda demostró mejoras en la consistencia temática, la capacidad de búsqueda semántica y la estandarización de términos.

Uno de los aportes más relevantes del presente trabajo fue la posibilidad de vincular conceptos locales con términos internacionalmente reconocidos, como los de la colección P01 del BODC, sin modificar la estructura base del catálogo. Esto refuerza la idea de que es posible avanzar hacia una interoperabilidad semántica progresiva, integrando herramientas existentes sin necesidad de reconstruir por completo los sistemas actuales.

Se identificó además que la capacidad de *GeoNetwork* para federar catálogos a través de mecanismos de cosecha (*harvesting*) podría ampliarse significativamente mediante el uso compartido de vocabularios controlados. En ese sentido, resultaría especialmente valioso habilitar vínculos semánticos entre recursos de distintos nodos, como los catálogos de ROMA e INIDEP, utilizando vocabularios interoperables como base para una federación temática.

La experiencia obtenida permite proyectar el uso de vocabularios controlados hacia otras áreas temáticas dentro del catálogo ROMA, tales como meteorología costera o pesquerías. Estos dominios también enfrentan desafíos de normalización terminológica, y podrían beneficiarse de un enfoque SKOS para estructurar variables atmosféricas, especies, artes de pesca o técnicas de muestreo, facilitando la interoperabilidad con otros sistemas nacionales e internacionales.

Dado que el vocabulario propuesto fue generado como ejemplo funcional, se plantea como línea futura el desarrollo de un sistema web colaborativo que permita crear, editar y validar vocabularios oceanográficos de forma participativa, integrando expertos del dominio y asegurando consistencia terminológica.

Como línea complementaria, se prevé explorar la posibilidad de automatizar parcialmente el proceso de modelado SKOS. En particular, sería factible generar relaciones skos:exactMatch de forma asistida, mediante la comparación con vocabularios preexistentes como el del BODC. Este tipo de vinculación semántica permitiría mejorar la interoperabilidad sin requerir una edición completamente manual.

Finalmente, cabe destacar que los vocabularios controlados pueden integrarse a lo largo del ciclo de vida de los datos geoespaciales, desde su captura en campo o la carga inicial mediante formularios digitales, hasta la validación, documentación y diseminación final en catálogos. La disponibilidad de términos estandarizados desde el origen mejora la calidad de los datos, minimiza ambigüedades y optimiza los procesos posteriores de catalogación y análisis. Su adopción temprana contribuye a una documentación más coherente y precisa, mientras que su presencia en la etapa de publicación potencia la recuperación, el análisis comparativo y la reutilización de la información en diversos contextos científicos y de gestión.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Gabinete de Oceanografía Física del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) por su colaboración y aportes técnicos. También al Departamento de Informática y al Departamento de Ingeniería Electrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), y al Grupo de Investigación en Procesamiento de la Información y Sensores (GIPIS), por el acompañamiento y el apoyo brindado durante el desarrollo de este trabajo. Se agradece especialmente a la Red de Observación Marina Argentina (ROMA) por disponer de su infraestructura GeoNetwork, la cual fue fundamental para implementar y validar la propuesta de enriquecimiento semántico.

REFERENCIAS

BERNERS-LEE, T., HENDLER, J., & LASSILA, O. (2001). The semantic web. *Scientific American*, 284(5), 28–37. https://doi.org/10.1038/scientificamerican0501-34

DE POOTER, D., APPELTANS, W., BAILLY, N., BRISTOL, S., DENEUDT, K., ELIEZER, M., FUJIOKA, E., GIORGETTI, A., GOLDSTEIN, P., LEWIS, M., LIPIZER, M., MACKAY, K., MARIN, M., MONCOIFFÉ, G., NIKOLOPOULOU, S., PROVOOST, P., RAUCH, S., ROUBICEK, A., TORRES, C., … HERNANDEZ, F. (2017). Toward a new data standard for combined marine biological and environmental datasets – expanding OBIS beyond species occurrences. *Biodiversity Data Journal*, 5, e10989. https://doi.org/10.3897/BDJ.5.e10989

EUROPEAN COMMISSION. (2023). *What is EMODnet?. European Marine Observation and Data Network*.. https://emodnet.ec.europa.eu/en/about_emodnet

FUGAZZA, C., & LURASCHI, G. (2012). Semantics-aware indexing of geospatial resources based on multilingual thesauri: Methodology and preliminary results. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, (7), 16–37. https://ijsdir.sadl.kuleuven.be/index.php/ijsdir/article/view/255

IDERA. (29 de octubre de 2025a). *Construir una IDE. Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina*. https://www.idera.gob.ar/index.php/implementacion-de-una-ide/construir-una-ide

IDERA. (12 de febrero de 2025b). *Marco Integrado de Información Geoespacial (IGIF). Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina*. https://www.idera.gob.ar/index.php/implementacion-de-una-ide/marco-integrado-de-informacion-geoespacial-igif

NEBERT, D. (2004). *Developing spatial data infrastructures: The SDI cookbook version 2.0*. Association of Global Spatial Data Infrastructure.

OCEAN BIODIVERSITY INFORMATION SYSTEM. (s. f.). *OBIS*. https://obis.org

SANTAREM SEGUNDO, J.E. (2015). Web semântica, dados ligados e dados abertos: uma visão dos desafios do Brasil frente às iniciativas internacionais. *Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação*, 8(2), 218–239. https://revistas.ancib.org/tpbci/article/view/359/359

TUDHOPE, D., BINDING, C., BLOCKS, D. & CUNLIFFE, D. (2006). Query expansion via conceptual distance in thesaurus indexed collections. *Journal of Documentation*, 62(4), 509–533. https://doi.org/10.1108/00220410610673873

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. (2009). *SKOS Simple Knowledge Organization System: Reference*. W3.org https://www.w3.org/TR/skos-reference/

Uso de Mapbox Vector Tiles en la gestión de datos geoespaciales: Servidor MVT-Rust-Agil-Simple

Use of Mapbox Vector Tiles in Geospatial Data Management: MVT-Rust-Agil-Simple Server

Uso de Mapbox Vector Tiles en la gestión de datos geoespaciales: Servidor MVT-Rust-Agil-Simple

Fernando Jose Jachuf [1], Carlos Alberto Salinas[1]*

1 Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR).
**: jjachuf@gmail.com*

Resumen: El presente documento explora el uso de las Mapbox Vector Tiles como una herramienta eficiente para la gestión y análisis de datos geoespaciales. Se analiza su formato binario, ampliamente reconocido por su compatibilidad e interoperabilidad con diversas aplicaciones SIG y web. Además, se presentan estándares relacionados con el manejo de teselas vectoriales, como WMTS, TMS y OGC API Tiles, destacando sus beneficios frente a los formatos ráster tradicionales. Finalmente, se introduce Mapbox Vector Tiles Server como una solución práctica para la implementación y administración de datos geoespaciales en este formato, ofreciendo una perspectiva integral de las metodologías, casos de uso y desafíos asociados.

Palabras clave: *Teselas Vectoriales, Gestión de datos geoespaciales, Interoperabilidad, Calidad de datos, PostGIS*.

Abstract: This paper explores the use of Mapbox Vector Tiles as an efficient tool for the management and analysis of geospatial data. Their binary format is examined, widely recognized for its compatibility and interoperability with various GIS and web applications. In addition, related standards for handling vector tiles, such as WMTS, TMS, and OGC API Tiles, are presented, highlighting their advantages over traditional raster formats. Finally,

the Mapbox Vector Tiles Server is introduced as a practical solution for the implementation and administration of geospatial data in this format, providing a comprehensive overview of methodologies, use cases, and associated challenges.

Keywords: *Vector tiles. Geospatial data management. Interoperability. Data quality. PostGIS.*

Resumo: Este documento explora o uso das Mapbox Vector Tiles como uma ferramenta eficiente para a gestão e análise de dados geoespaciais. Analisa-se seu formato binário, amplamente reconhecido por sua compatibilidade e interoperabilidade com diversas aplicações SIG e web. Além disso, apresentam-se padrões relacionados ao manejo de ladrilhos vetoriais, como WMTS, TMS e OGC API Tiles, destacando seus benefícios em relação aos formatos raster tradicionais. Finalmente, é introduzido o Mapbox Vector Tiles Server como uma solução prática para a implementação e administração de dados geoespaciais nesse formato, oferecendo uma visão abrangente das metodologias, casos de uso e desafios associados.

Palavras-chave: *Ladrilhos vetoriais. Gestão de dados geoespaciais. Interoperabilidade. Qualidade de dados. PostGIS.*

INTRODUCCIÓN

La gestión eficiente de la información geoespacial (IG) constituye un componente esencial en diversos ámbitos, tales como la planificación, la toma de decisiones estratégicas, la optimización de recursos y la administración territorial. En este marco, la adopción del formato de archivo *Mapbox Vector Tiles* (MVT) emerge como un estándar clave para el manejo y análisis de dichos datos, facilitando su transferencia desde múltiples fuentes hacia sistemas de destino donde pueden ser almacenados y utilizados de manera efectiva.

El presente documento tiene como objetivo analizar el papel fundamental del formato MVT en la gestión de datos geoespaciales, centrándose en su aplicación práctica, las mejores prácticas asociadas y los desafíos específicos que emergen en este ámbito. Además, se presenta MVT Server como una alternativa para la implementación y manejo de datos geoespaciales utilizando este formato. A través de un análisis detallado de herramientas, metodologías y casos de uso pertinentes, se pretende ofrecer una perspectiva integral y actualizada sobre la implementación de MVT en el campo de la información geoespacial.

Mapbox Vector Tiles

El estándar MVT es un formato de archivo binario eficiente para almacenar y codificar

datos geoespaciales en teselas vectoriales. Este formato es ampliamente adoptado y soportado por diversas aplicaciones cliente, lo que facilita la interoperabilidad y la visualización dinámica de datos geoespaciales en aplicaciones SIG y web.

Formato y Estándares

El identificador *application/x-protobuf;type=mapbox-vector-tile* es del tipo *Multipurpose Internet Mail Extensions* (MIME) que se utiliza para especificar el formato de los archivos de teselas vectoriales MVT cuando se transfieren a través de la web.

El segmento *application/x-protobuf* indica que el contenido está codificado usando *Protocol Buffers* (*Protobuf*), un formato binario desarrollado por Google para la serialización eficiente de datos. La *extensión type=mapbox-vector-tile* aclara que esos datos serializados corresponden específicamente al estándar de teselas vectoriales definido por *Mapbox*, diferenciándolos de otros posibles usos de *Protobuf*.

Este tipo de identificación surge de la necesidad de los navegadores, servidores y aplicaciones de GIS de reconocer rápidamente el formato y la finalidad de los archivos intercambiados, facilitando su correcto procesamiento y visualización. Así, cuando un servidor envía teselas MVT a un cliente web o una aplicación, declara este tipo MIME para garantizar la interoperabilidad y el manejo adecuado de los recursos geoespaciales.

Este formato es ampliamente recomendado debido a su eficiencia y su compatibilidad con una variedad de herramientas y aplicaciones geoespaciales. En los servicios de mapas tradicionales, los estándares utilizados incluyen *Web Map Service* (WMS) para la provisión de imágenes y *Web Feature Service* (WFS) para el acceso a datos geográficos primarios. En lo que respecta a las teselas, se emplean estándares como *Web Map Tile Service* (WMTS) y *Tile Map Service* (TMS). Además, la nueva generación de estándares *OGC API*, con énfasis en *OGC API Tiles,* ofrece capacidades avanzadas para proporcionar datos en formato ráster y vectorial como teselas.

Evolución de las Teselas Vectoriales

La evolución de las tecnologías de teselas vectoriales ha marcado un hito en el mundo de la información geoespacial, permitiendo la gestión y visualización dinámica de grandes volúmenes de datos con una eficiencia sin precedentes. A continuación, se presenta una cronología de los avances más relevantes en la adopción y el desarrollo de este formato, que han transformado la manera en que se almacenan, procesan y distribuyen los datos geográficos

- Antes de 2014: los servicios de mapas web se basaban principalmente en formatos ráster (imágenes), utilizando estándares como WMS. Estos servicios entregan representaciones visuales de datos geográficos sin permitir el acceso directo a los atributos o geometrías subyacentes.

• 2014: *PostGIS* 2.4 introduce nuevas funciones espaciales, incluyendo la función *ST_AsMVT*. Esta función permite convertir directamente registros almacenados en una base de datos *PostGIS* al formato MVT, incluyendo tanto la geometría como los atributos alfanuméricos. Asimismo, se incorporaron otras funciones como *ST_TileEnvelope* para especificar la porción de datos a convertir de una tesela y *ST_AsMVTGeom* para transformar geometrías individuales al espacio de coordenadas de la tesela (PostGIS, s.f.).

• 2015: se revisa y confirma el estándar ISO 19128:2005, que define la interfaz de los WMS.

• 2018: se revisa y confirma el estándar ISO 19142:2010, que define la interfaz de los servicios de WFS, los cuales permiten el acceso a los datos geográficos originales.

• A finales de 2020, Mapbox anunció un cambio en la licencia de *Mapbox* GL JS, pasando de un modelo *open source* a una licencia propietaria, lo que marcó un giro significativo en el acceso y uso de esta popular biblioteca para la visualización de mapas. Esto conduce a que la comunidad cree un *fork* (copia modificada y desarrollada de un proyecto de software original) de código abierto llamado MapLibre GL JS en diciembre de 2020, manteniendo la funcionalidad y permitiendo la continuación del desarrollo bajo una licencia más colaborativa.

• 2020: en *GIS StackExchange* (Jax, 2020) se plantearon discusiones sobre las mejores prácticas para servir (proveer o entregar) teselas vectoriales, destacando opciones como la generación, el uso de cachés y servidores especializados como *Koop* de Esri o *pg_tileserv* de Crunchy Data.

• 2023: se continuaron explorando soluciones relacionadas, subrayando la eficiencia de herramientas como *pg_tileserv* y la extensión *mvt_postgis* para servir teselas directamente desde bases de datos *PostGIS*, junto con la implementación de configuraciones de caché.

• Mayo de 2024: Fabian Rechsteiner (2024) publica su tesis de maestría y el repositorio de GitHub *vector-tiles-benchmark*. La tesis compara el rendimiento de seis servidores de teselas vectoriales de código abierto (*BBOX, Ldproxy, Martin, pg_tileserv, Tegola* y *TiPg*) al servir datos desde una base de datos *PostGIS* utilizando *Docker* [1] y pruebas de rendimiento con *Apache JMeter* [2]. También se crea un sitio web con *Maplibre* GL JS para visualizar los resultados.

• 2025: *MapLibre* publica la versión 0.16.0 de *Martin*, un servidor de teselas vectoriales y herramientas escrito en lenguaje de programación *Rust*, capaz de servir teselas desde *PostGIS*, *MBTiles* y *PMTiles*, con énfasis en la velocidad y el alto tráfico. En este mismo año mvt-proj (2025) publica la versión 0.11.2 de *MVT Server*, un servidor de

1 Docker: plataforma de código abierto que permite desarrollar, empaquetar y ejecutar aplicaciones dentro de contenedores, que es una unidad ligera y portátil que incluye todo lo necesario para ejecutar una aplicación.

2 Apache JMeter: herramienta de código abierto diseñada para realizar pruebas de carga y rendimiento sobre aplicaciones y servicios.

teselas vectoriales sencillo y de alta velocidad desarrollado en *Rust*, utilizando el *framework web Salvo* y requiriendo *PostgreSQL* con *PostGIS* 3.0+. Otro hito de este año es go-spatial publica la versión v0.21.2 de *Tegola*, un servidor de teselas vectoriales escrito en Go, con soporte para *PostGIS, GeoPackage* y *SAP HANA Spatial*, además de funcionalidades de *caching* y procesamiento geométrico.

De manera continua se desarrollan y utilizan diversas herramientas y librerías –como *mvt* de Lau, D (2025), librerías para *OpenLayers, Leaflet* y *Deck.gl* – para la codificación, decodificación y visualización de teselas vectoriales. Se exploran diferentes métodos de despliegue para servidores en *Rust*, incluidos contenedores *Docker* y *VPS*, como se menciona en *Shuttle.dev*. Organizaciones como la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE) promueven y explican el uso de servicios de mapas de teselas vectoriales, incluyendo los formatos y métodos de generación (como con P*ostGIS, GeoServer/GeoWebCache* y *Tippecanoe*), así como los clientes que los consumen (*OpenLayers, Leaflet, Deck.gl, MapLibre*). *MapTiler Server* implementa la funcionalidad de conectarse con bases de datos *PostgreSQL* para servir teselas vectoriales y ráster en tiempo real a medida que los datos son editados (MapTiler, 2022).

Generación y servicio de teselas vectoriales

La generación de teselas vectoriales puede realizarse de varias maneras. *PostgreSQL/PostGIS* incluye la función *ST_AsMVT* que permite convertir registros almacenados en la base de datos al formato MVT, incluyendo geometría y atributos. También existen herramientas como *GeoServer/GeoWebCache* y *Tippecanoe* para la generación de teselas vectoriales.

Servidores de Teselas Vectoriales

Un servidor de teselas vectoriales es una aplicación que sirve teselas bajo demanda a los clientes. Diversas soluciones *open-source* han sido desarrolladas para este fin:

- Martin

Martin es un servidor de teselas rápido y ligero escrito en *Rust*, capaz de servir teselas directamente desde bases de datos *PostGIS*, archivos *MBTiles* y *PMTiles*. Optimiza para velocidad y tráfico pesado, y permite combinar múltiples fuentes de teselas en una sola.

- pg_tileserv

Desarrollado por CrunchyData, el servidor *pg_tileserv* está diseñado para crear OGC API *Tiles* desde una base de datos *PostGIS on the fly*. Es eficiente en el manejo de datos de puntos y ofrece rendimiento optimizado para datos dinámicos.

- Tegola

Tegola es un servidor de teselas vectoriales escrito en Go, con soporte para *PostGIS*, *GeoPackage* y SAP HANA *Spatial*. Ofrece procesamiento nativo de geometrías, soporte para múltiples proyecciones y capacidades de caché.

• MVT Server

MVT *Server* es un servidor de teselas vectoriales desarrollado en *Rust*, que permite publicar cualquier tabla o vista con un campo de geometría como teselas vectoriales. Incluye administración web, almacenamiento en caché, y soporte para diferentes variantes de fuente.

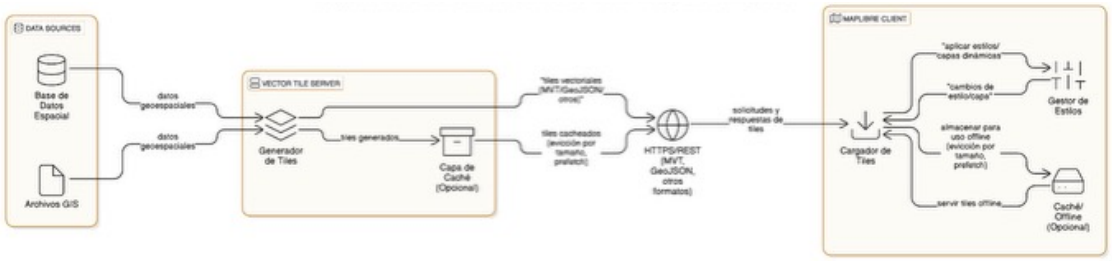


Figura 1. Esquema de funcionamiento Servidor de Vector Tiles

Consumo y Estilización de Teselas Vectoriales

Las teselas vectoriales no contienen información de estilo, por lo que los clientes deben aplicar una simbología para visualizar los datos. En QGIS, la estilización de teselas vectoriales se basa en reglas aplicadas a las características, definidas en archivos QML o MapBox GL Json.

• MapLibre GL JS

MapLibre GL JS es una biblioteca *JavaScript* de código abierto para mostrar mapas en sitios web, capaz de consumir teselas MVT generadas por servidores como Martin y aplicarles estilos utilizando *WebGL*.

• Deck.gl

Deck.gl es otra biblioteca *JavaScript* para la visualización geoespacial, compatible con teselas MVT.

• QGIS

QGIS soporta la carga y estilización de teselas vectoriales, permitiendo la aplicación de simbología y etiquetas basadas en reglas (QGIS Project, s. f.).

• Mapea

Mapea es una API de desarrollo de visualizadores de mapas de la Junta de Andalucía, con soporte para capas de tipo MVT.

MVT Server

Desarrollado principalmente por Jose Jachuf, integrante del equipo de Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba (IDECOR), el servidor MVT Server es una alternativa robusta, ágil y sencilla de servir datos geográficos. Implementado en RUST un lenguaje de programación moderno y seguro, sus principales características son:

- Seguridad de memoria
- Rendimiento
- Concurrencia
- Expresividad
- Interoperabilidad

Gracias a estos puntos podemos resolver las siguientes ventajas de desarrollar el producto en este lenguaje

- Alta Velocidad y Rendimiento: varios servidores de teselas vectoriales de código abierto están desarrollados en Rust, incluyendo Martin, BBOX y MVT Server. El servidor Martin está explícitamente optimizado para la velocidad y el tráfico intenso, y MVT Server también se describe como un servidor de alta velocidad.

- Resultados favorables en *Benchmarking*: en una comparación de rendimiento de seis soluciones de servidores de teselas vectoriales de código abierto para datos de PostGIS, el servidor Martin (desarrollado en Rust) demostró el rendimiento más rápido en todos los escenarios de prueba; entregó las teselas dos o tres veces más rápido que el segundo servidor más rápido. El segundo servidor en rendimiento fue Tegola escrito en GO. El servidor BBOX, también escrito en Rust, fue el tercer servidor más rápido.

- Eficiencia en el uso Recursos: las aplicaciones web escritas en Rust suelen tener una huella de memoria baja, típicamente alrededor de 50-150 Mb, dependiendo de la funcionalidad de la aplicación. Esta eficiencia es una característica general de Rust que beneficia a las aplicaciones de servidor, ya que pueden operar de manera eficiente con menos recursos, lo cual es relevante para entornos como VPS. Los servidores Rust como Martin son reconocidos como *ligeros*.

- Naturaleza Compilada y Despliegue: cuando se compila Rust, se genera un ejecutable binario. Esto hace que los programas Rust sean adecuados para ejecutarse en contenedores o, alternativamente, en un VPS.

Requisitos y base de datos

El servidor MVT Server requiere para funcionar un servidor PostgreSQL con la extensión PostGIS versión 3.0.0 o superior instalada, ya sea local o remota. Para su funcio-

namiento, también necesita tener disponible el puerto 5800 por defecto, aunque es configurable.

Instalación y ejecución

El código debe descargarse y compilarse utilizando el entorno de programación Rust. Para ello, es necesario ejecutar el comando *cargo build --release*, el cual permite generar una versión optimizada y apta para entornos de producción.

```
# Clone the repository
git clone https://github.com/mvt-proj/mvt-rs.git
# Navigate to the project directory
cd mvt-rs

# Compile for production
cargo build --release
```

Figura 2. Instalación de MVT Server

```
# Database connection URL (PostgreSQL)
DBCONN=postgres://user:pass@host:port/db

# Connection pool size
POOLSIZEMIN=3   # Minimum size of the connection pool
POOLSIZEMAX=5   # Maximum size of the connection pool

# Server settings
IPHOST=0.0.0.0  # The IP address where the server will listen
PORT=5800       # The port on which the server will run

# Redis connection (optional, overrides disk cache if provided)
REDISCONN=redis://127.0.0.1:6379

# Security settings
JWTSECRET=supersecretjwt # Used to create and validate JWT tokens
SESSIONSECRET=supersecretsession # Secret key for session management

# Directories
CONFIG=/path_to/config_dir            # Directory path for configuration files
CACHE=/path_to/cache_dir              # Directory path for cache storage
MAPASSETS=/path_to/map_assets_dir     # Directory path for map_assets storage
```

Figura 3. Configuración de Variables de Entorno

El servidor requiere la configuración de variables de entorno clave para garantizar su correcto funcionamiento. Entre estas, se destaca la necesidad de establecer un archivo .env en la raíz del proyecto, donde se definan las variables esenciales para su operación.

• Conexión a la base de datos (DBCONN)

• Tamaño del pool de conexiones (POOLSIZEMIN, POOLSIZEMAX)

• Dirección y puerto del servidor (IPHOST, PORT)

• Conexión a Redis (REDISCONN)

Secretos para JWT y sesiones (JWTSECRET, SESSIONSECRET)

Panel de administración

En el contexto de la configuración inicial del servidor, se establece un usuario por defecto identificado como *admin*, cuya dirección de correo electrónico es admin@mail.com y cuya contraseña predeterminada es *admin*. Es fundamental modificar dicha contraseña tras el primer acceso al sistema con el fin de garantizar la seguridad de las credenciales. El acceso al panel de administración se realiza a través de http://localhost:5800 o mediante la dirección previamente configurada para este propósito.

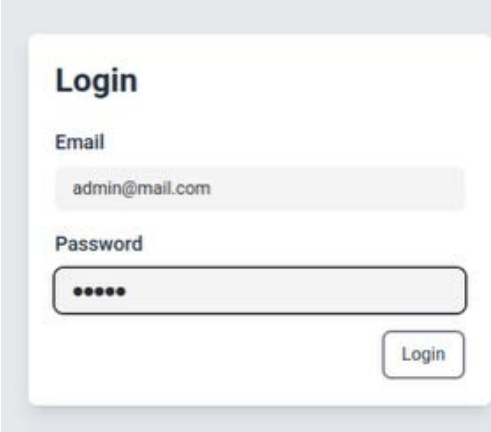


Figura 4. Acceso al panel de administración

• El panel de administración constituye una herramienta integral para la gestión de múltiples aspectos del servidor, tales como usuarios, grupos, categorías, catálogo y estilos. Dentro de este entorno, es posible llevar a cabo la publicación de capas accediendo al apartado denominado *Catalog* (Catálogo).

• Nueva capa: dentro del Catálogo, se seleccionará la opción *Add Layer* (Añadir Capa).

• Formulario de configuración de la capa: en el formulario (Figura 5) es posible completar la información referente a las principales propiedades de la capa a publicar.

Nombre: representa el identificador único de la capa dentro del sistema. Es recomendable usar una palabra en minúsculas, sin espacios, para facilitar la gestión y referencia.

Alias: es una etiqueta más descriptiva que el nombre, pensada para proporcionar un contexto más claro sobre la capa. Puede incluir espacios y caracteres que hagan más comprensible su propósito.

Fuente de datos: corresponde al esquema y la tabla seleccionados de la base de datos PostgreSQL. Estos determinan el contenido geográfico y los atributos de la capa que se publicará.

Fields: incluyen las propiedades que se desean exponer de la tabla seleccionada. La recomendación es limitarse solo a los campos necesarios, para optimizar el rendimiento y evitar incluir información innecesaria.

ZMin y ZMax: definen los niveles de zoom mínimo y máximo en los que la capa será visible. Esto ayuda a optimizar la representación de datos y a mejorar la experiencia del usuario. Los valores deben ser configurados con precisión, utilizando herramientas como el mapa integrado para visualizar los resultados.

Caché: permite definir la duración de los datos almacenados en la memoria caché. Para capas que no cambian con frecuencia, se recomienda establecer una duración infinita (valor de caché igual a 0), mientras que para datos dinámicos podría ajustarse a una duración más corta. La caché se puede purgar en cualquier momento. Cada capa gestiona la expiración de su caché de forma independiente. La caché se guarda localmente en el directorio caché por defecto, pero se puede configurar otra ubicación.

El resto de los campos (variables) se pueden dejar con sus valores por defecto.

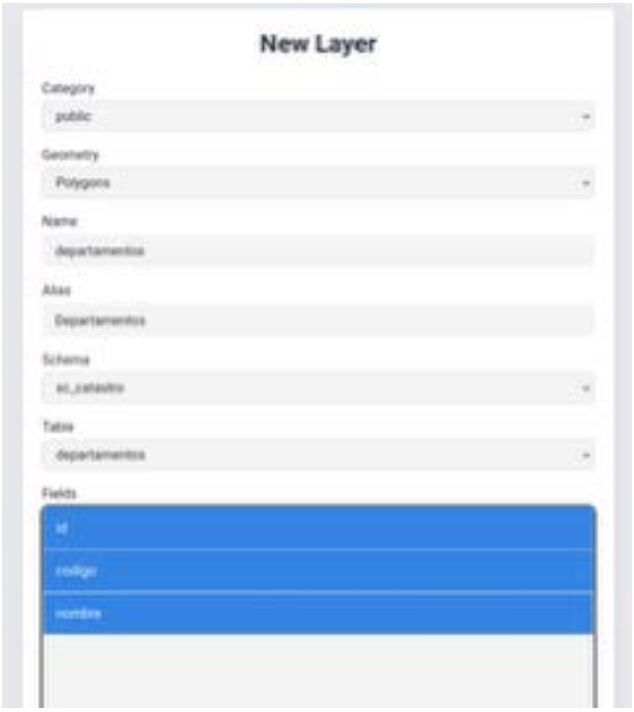


Figura 5. Formulario de alta de una capa

• Al finalizar la carga de datos en el formulario y configuración de la capa se pueden guardar los cambios.

• Luego, se puede verificar o validar la información almacenada para cada capa publicada (Figura 6).

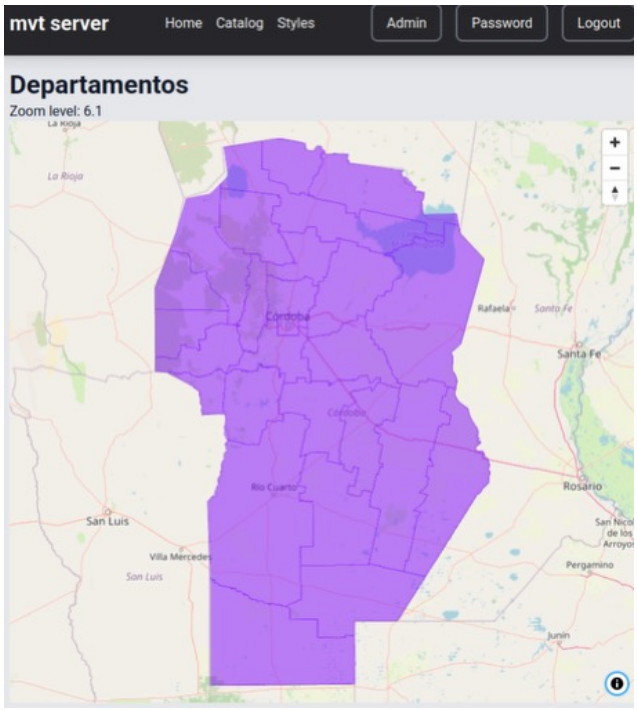


Figura 6. Previsualización de la capa

Después de seguir estos pasos, la capa de datos estará configurada en el servidor MVT Server y disponible para ser solicitada por clientes (como QGIS, MapLibre GL JS, OpenLayers, Leaflet, etc.) que consumirán las teselas vectoriales generadas dinámicamente por el servidor a partir de la base de datos PostgreSQL.

Configuración de estilos

Además de servir teselas, MVT Server puede servir estilos, que pueden ser consumidos en QGIS o en MapLibre. El servidor también permite servir sprites y glifos personalizados.

• Gestión de Estilos: dentro de la consola de administración, en la sección dedicada a los estilos. Se pueden definir y gestionar los estilos de renderizado para cada una de las capas. Estos estilos determinan cómo aparecerán las capas en el mapa, incluyendo aspectos como colores, símbolos y etiquetas (Figura 7).

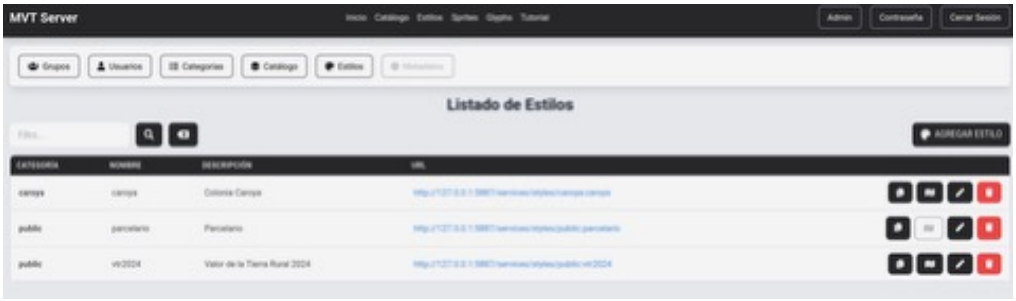


Figura 7. Pantalla de Gestión de estilos

• Publicación de Estilos: el servidor permite publicar los estilos creados. Esta funcionalidad es importante porque asegura que las teselas vectoriales se rendericen de manera consistente y como se pretende visualizar en diferentes plataformas o herramientas. Los estilos publicados pueden ser utilizados por clientes GIS como QGIS (Figura 8).

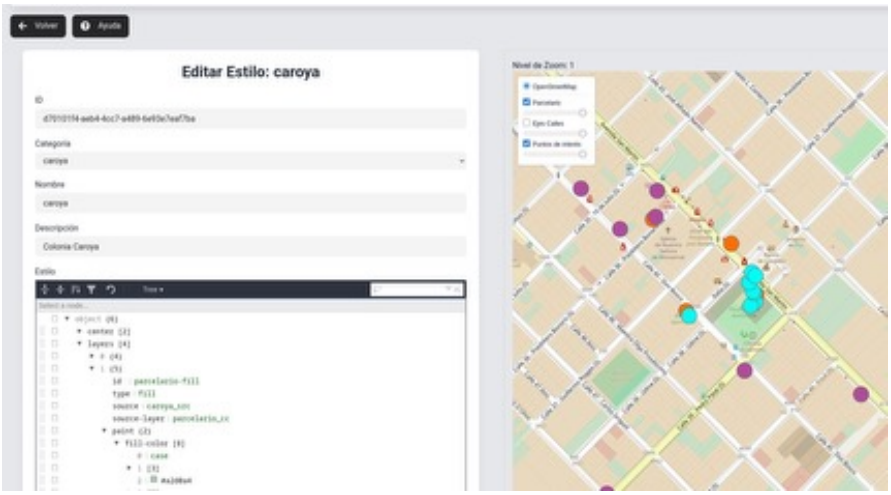


Figura 8. Publicación de estilos

• Soporte para MapLibre Style Specification: el servidor MVT es compatible con la especificación de estilos de MapLibre. Esto permite que clientes como MapLibre carguen un *proyecto de estilo completo*, que incluye no solo la apariencia de las capas, sino también las fuentes de datos, metadatos, sprites, glifos, niveles de zoom y la vista inicial del mapa (centro y zoom predeterminado) (Figura 9).

• Servidor Integrado de Glifos y Sprites: MVT Server cuenta con un servidor integrado de glifos y sprites. Estos son componentes esenciales para aplicar estilos personalizados, permitiendo el uso de iconos personalizados y fuentes de texto. Se debe organizar los archivos de sprites y glifos en una estructura de directorios específica y configurar tu archivo JSON de estilo de MapLibre para que apunte a las URL de estos servicios proporcionados por el servidor MVT Server. El servidor puede servir

glifos generados a partir de fuentes utilizando herramientas externas como *fontnik*, y aunque la versión actual solo soporta una fuente en el *array text-font* de un estilo, el servidor verifica la existencia de la fuente a través del panel de administración.

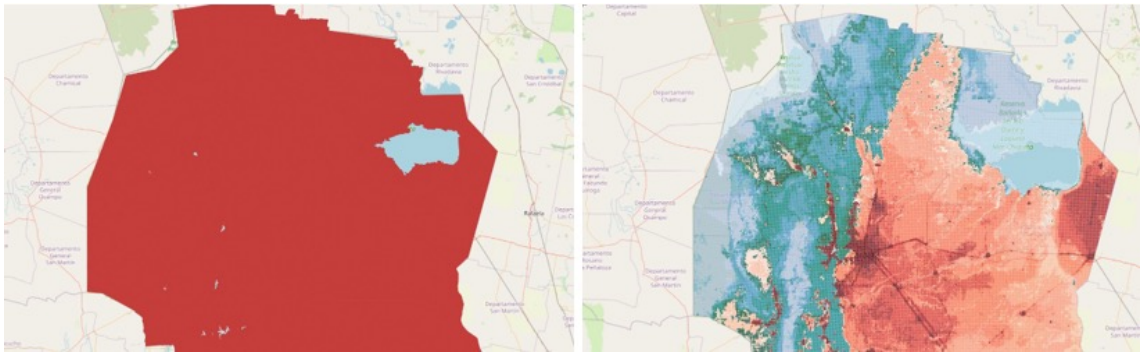


Figura 9. Layer (capa) publicada Sin Estilo y Con Estilo asignado

Ventajas del uso de MVT server

• Generación de teselas vectoriales al vuelo: utilizando PostgreSQL/PostGIS, permite la publicación de cualquier tabla o vista con un campo de geometría como teselas vectoriales (Figura 10).

• Administración web: MVT Server incluye una interfaz de administración para gestionar usuarios, grupos, capas, estilos, categorías y más.

• Almacenamiento en caché: integrado con soporte para disco o servidor Redis, lo que mejora la eficiencia en la entrega de teselas.

• Múltiples variantes de fuente: permite recuperar teselas a través de diferentes configuraciones como capa única, multicapa por composición y multicapa por categoría.

• Servidor de glifos y sprites: integrado para estilos personalizados, lo que facilita la visualización coherente de los datos.

• Control de acceso: por capa a través de Autenticación Básica o JWT, asegurando la seguridad en el acceso a los datos.

• Compatibilidad: los estilos pueden ser consumidos en herramientas como QGIS o MapLibre.

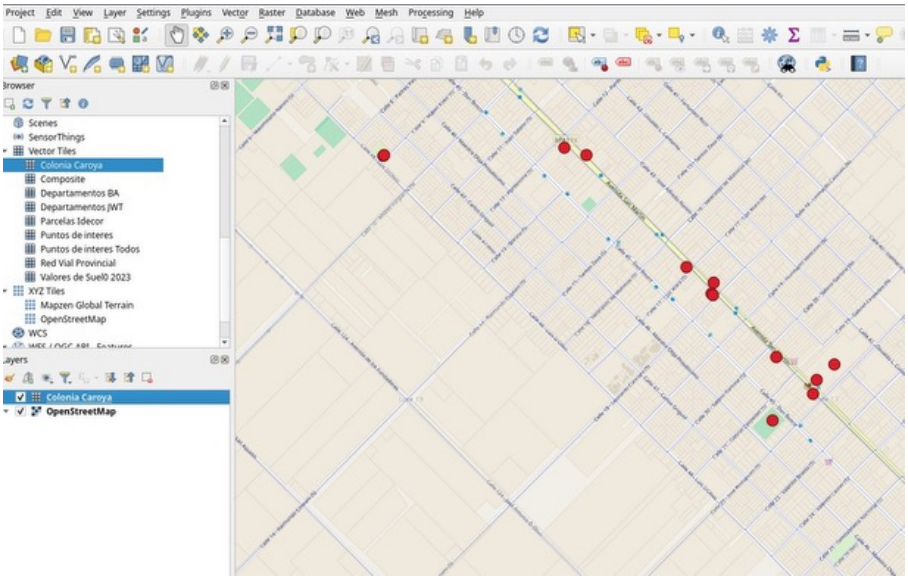


Figura 10. Uso de Vector Tiles en QGIS

Ejemplos Prácticos

Los clientes pueden recuperar teselas vectoriales usando diferentes rutas base dependiendo del tipo de fuente deseada:

- Capa única: /services/tiles/{layer}/{z}/{x}/{y}.pbf
- Múltiples capas: /services/tiles/multi/{layers}/{z}/{x}/{y}.pbf
- Por categoría: /services/tiles/category/{category}/{z}/{x}/{y}.pbf

MapLibre, OpenLayers y Leaflet son herramientas de código abierto compatibles con MVT Server para la gestión y visualización de datos geoespaciales. Es importante señalar que Leaflet necesita complementos adicionales para admitir de manera nativa las teselas vectoriales.

Comparativa Con Otros Servidores

Aunque MVT Server es un servidor Rust eficiente y con muchas funcionalidades, no aparece en el *benchmark* comparativo de otros servidores como Martin o BBOX. Sin embargo, su capacidad de generación de teselas al vuelo, administración web integrada, soporte para caché y la posibilidad de configurar estilos y almacenarlos internamente para ser utilizados en distintas capas lo hacen una opción robusta para aplicaciones web y de escritorio que consumen datos geoespaciales dinámicos.

Casos de Uso en IDECOR

En IDECOR se están creando varias implementaciones que incluyen el uso de MVT Server. Actualmente, se están llevando a cabo desarrollos informáticos que incluyen co-

lectores de en colectores de datos y paneles de control (*dashboards*). Se busca integrar estos servicios con otros ya publicados, trabajando para incluir información de MVT Server en un módulo accesible al público.

CONCLUSIÓN

MVT Server se posiciona como una herramienta robusta y versátil para el manejo de teselas vectoriales, ofreciendo capacidades avanzadas como la generación dinámica de datos, soporte para múltiples formatos y la integración con diversos clientes y servicios. Su implementación en proyectos como los de IDECOR destaca su potencial para satisfacer las necesidades de aplicaciones que requieren datos geoespaciales dinámicos, eficientes y accesibles. Además, el alineamiento con estándares como OGC API Tiles refuerza la interoperabilidad y el uso eficiente de esta tecnología en la distribución y consulta de información geoespacial. A medida que la tecnología de mapas vectoriales sigue evolucionando, herramientas como MVT Server continúan marcando el camino hacia soluciones más innovadoras y eficaces en la distribución de información geográfica.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Fadel Jachuf, desarrollador *freelance*, por sus colaboraciones en el desarrollo de *MVT Server;* a Nicolas Oller, administrador de bases de datos geoespaciales del equipo de IDECOR; y al equipo de IDECOR dirigido por el Ing. Hernán Morales por su apoyo constante a los proyectos de desarrollo.

REFERENCIAS

GO-SPATIAL. (8 de enero de 2025). *tegola: Tegola is a Mapbox Vector Tile server written in Go*. https://github.com/go-spatial/tegola

JAX. (14 de mayo de 2020). *Best way to serve vector tiles from data that changes frequently?* [Comentario en foro en línea]. Geographic Information Systems Stack Exchange. https://gis.stackexchange.com/questions/361741/best-way-to-serve-vector-tiles-from-data-that-changes-frequently

LAU, D. (25 de junio de 2025). *mvt: Rust library for encoding mapbox vector tiles (versión 2.1)*. GitHub. https://github.com/DougLau/mvt

MAPBOX. (s. f.). *Vector tiles standards. Mapbox Docs*. https://docs.mapbox.com/data/tilesets/guides/vector-tiles-standard

MAPLIBRE. (7 de abril de 2025). *maplibre/martin: Blazing fast and lightweight PostGIS, MBtiles and PMtiles tile server, tile generation, and mbtiles tooling* (versión 0.20.1). GitHub. https://github.com/maplibre/martin

MAPTILER. (3 de febrero de 2022). *Vector Tiles from PostgreSQL: MapTiler Server*. [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=iWGbAfK2wzQ

MVT-PROJ. (28 de octubre de 2025). *mvt-rs: Simple and high-speed vector tile server developed in Rust* (versión 0.15.0). GitHub. https://github.com/mvt-proj/mvt-rs

POSTGIS. (s. f.). ST_AsMVT. *PostGIS Documentation*. https://postgis.net/docs/ST_AsMVT.html

QGIS Project. (s. f.). *15. Working with Vector Tiles. QGIS User Guide* (versión 3.40). https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/user_manual/working_with_vector_tiles/vector_tiles.html

RECHSTEINER, F. (mayo de 2024). *FabianRechsteiner/vector-tiles-benchmark: Performance comparison of open source vector tiles server solutions for providing geodata from PostGIS databases*. GitHub. https://github.com/FabianRechsteiner/vector-tiles-benchmark

BLOQUE 2

Infraestructuras de Datos Espaciales y ambiente

Integración de geotecnologías para el inventario de biodiversidad y calidad de agua en el Parque Municipal Salto Küppers, Eldorado (Misiones)

Integration of Geotechnologies for Biodiversity and Water Quality Inventory in the Salto Küppers Municipal Park, Eldorado (Misiones)

Integração de geotecnologias para o inventário da biodiversidade e da qualidade da água no Parque Municipal Salto Küppers, Eldorado (Misiones)

Yanina Andrea Caffetti[*1], *Felipe Sodré Mendes Barros*[1], *Rubén Cinauski*,[1] *Maria Silvia Vera Laceiras*[1]

1 Facultad de Ciencias Forestales (FCF), Universidad Nacional de Misiones; Laboratorio de Herramientas de Soporte a las Decisiones (LabHSD).
**: yanina.caffetti@fcf.unam.edu.ar*

Resumen: La gestión sustentable de los recursos naturales requiere de herramientas eficientes para el relevamiento y monitoreo ambiental. Este trabajo presenta una experiencia de aplicación e integración de geotecnologías en el Parque Natural Municipal Salto Küppers, en la ciudad de Eldorado (Misiones, Argentina). En el presente proyecto se han usado vehículos aéreos no tripulados para la detección de especies nativas y el análisis de la calidad del agua, implementación de una base de datos *PostGIS* para la gestión de la información relevada e implementación de un sistema de mapa web con *Leaflet*. A partir de imágenes multiespectrales capturadas mediante drones y procesadas con software libre, se generó una base de datos espacial para inventariar biodiversidad y analizar indicadores de floraciones algales. Se utilizó una metodología mixta: cuantitativa para la

creación del inventario y cualitativa para el análisis de imágenes hídricas. Como resultado preliminar, se desarrolló el primer vuelo y modelado básico de la base de datos con participación de estudiantes de la Tecnicatura Universitaria en Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Teledetección. Los datos generados se encuentran disponibles en repositorios abiertos, proponiendo un modelo replicable para la gestión ambiental local.

Palabras clave: *teledetección, exploración de recursos, fotografías aéreas, sistemas de información geográfica, datos geográficos.*

Abstract: Sustainable management of natural resources requires efficient tools for environmental surveying and monitoring. This paper presents an experience of applying and integrating geotechnologies in the Salto Küppers Municipal Natural Park, located in the city of Eldorado (Misiones, Argentina). The project employed unmanned aerial vehicles for detecting native species and analyzing water quality, the implementation of a *PostGIS* database for managing collected information, and the development of a web map system using *Leaflet*. Based on multispectral images captured by drones and processed with open-source software, a spatial database was generated to inventory biodiversity and analyze algal bloom indicators. A mixed methodology was used: quantitative for creating the inventory and qualitative for analyzing water images. As a preliminary result, the first drone flight and basic database modeling were conducted with the participation of students from the Technical Degree in Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing. The data generated are available in open repositories, proposing a replicable model for local environmental management.

Keywords: *Remote sensing. Resource exploration. Aerial photography. Geographic information systems. Geospatial data.*

Resumo: A gestão sustentável dos recursos naturais requer ferramentas eficientes para o levantamento e o monitoramento ambiental. Este trabalho apresenta uma experiência de aplicação e integração de geotecnologias no Parque Natural Municipal Salto Küppers, na cidade de Eldorado (Misiones, Argentina). O projeto utilizou veículos aéreos não tripulados para a detecção de espécies nativas e a análise da qualidade da água, a implementação de um banco de dados *PostGIS* para a gestão das informações coletadas e a criação de um sistema de mapa web com *Leaflet*. A partir de imagens multiespectrais capturadas por drones e processadas com software livre, foi gerado um banco de dados espacial para inventariar a biodiversidade e analisar indicadores de florações algais. Foi empregada uma metodologia mista: quantitativa para a criação do inventário e qualitativa para a análise de imagens hídricas. Como resultado preliminar,

realizou-se o primeiro voo e o modelado básico do banco de dados com a participação de estudantes da graduação tecnológica em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e Sensoriamento Remoto. Os dados gerados encontram-se disponíveis em repositórios abertos, propondo um modelo replicável para a gestão ambiental local.

Palavras-chave: *Sensoriamento remoto. Exploração de recursos. Fotografias aéreas. Sistemas de informação geográfica. Dados geoespaciais.*

INTRODUCCIÓN

La provincia de Misiones impulsa políticas de conservación ambiental que requieren datos precisos sobre biodiversidad y calidad hídrica. En este contexto, los sistemas de información geográfica (SIG) y la teledetección mediante drones representan herramientas clave para el monitoreo eficiente de zonas protegidas. Este trabajo propone generar una base de datos espacial en el Parque Natural Municipal Salto Küppers, mediante imágenes multiespectrales capturadas por vehículos aéreos no tripulados (VANT), con el objetivo de inventariar especies nativas y analizar indicadores de calidad del agua (Tang & Shao, 2015).

MÉTODOS Y FUENTES UTILIZADOS

Dado que en la actualidad no se cuenta con una herramienta informática de soporte a la toma de decisiones en cuanto a censado, identificación y clasificación de especies nativas, y esta herramienta es indispensable para la preservación del ecosistema de la Provincia de Misiones, la presente investigación pretende desarrollar a través de la detección y manipulación de imágenes digitales proporcionadas por VANT una base de datos espacial que sirva de fuente de datos fidedigna para el estudio del ciclo de vida de las especies y de la calidad hídrica de la zona.

Se utiliza la metodología de investigación mixta: cuantitativa para la realización de la herramienta de apoyo en la gestión forestal; y cualitativa para los objetivos referidos a la gestión de la calidad del agua. A través de un diseño experimental se definió la creación de la base de datos espaciales con el inventario de especies.

En la etapa cuantitativa, se planificaron vuelos con VANT equipados con cámaras multiespectrales, realizando cinco sobrevuelos para la toma de imágenes. Las capturas fueron procesadas mediante calibración radiométrica, orto-rectificación y clasificación supervisada de firmas espectrales (Luna Florín et al., 2021). Los datos fueron analizados y georreferenciados en un entorno QGIS con herramientas desarrolladas en Python. Para el análisis cualitativo, se evaluaron visualmente indicadores de floraciones algales en cuerpos de agua (Perez Gutiérrez & Muñoz Nieto, 2006).

Como parte del trabajo de campo, se utilizaron herramientas como Epicollect5 para la toma de puntos de control y validación de las imágenes (Gohil et al., 2020). La información fue almacenada en una base de datos geográfica PostGIS y publicada en un repositorio github con un mapa web para la visualización de los datos basado en Leaflet.

RESULTADOS

Se generó un espacio de conocimiento referido al tratamiento de imágenes digitales junto con la creación la primera base de datos espaciales del lugar, corroborando en el campo los datos obtenidos han sido los resultados más significativos obtenidos hasta el momento.

Los datos generados se encuentran disponibles en: https://github.com/TUSIGyT/PNM_Salto_Kuppers

en el mapa web: https://tusigyt.github.io/PNM_Salto_Kuppers/webmap.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La experiencia demuestra la factibilidad del uso de VANT para el relevamiento de biodiversidad y calidad del agua en áreas protegidas. Se destaca el valor de la articulación entre tecnología, academia y gestión territorial, así como el uso de software libre y datos abiertos. El proyecto continuará con vuelos adicionales, análisis multitemporales y

entrenamiento de modelos automatizados para mejorar la precisión del inventario y la detección temprana de floraciones algales.

REFERENCIAS

GOHIL, R., SACHDEVA, S., GUPTA, S., & DHILLON, M. S. (2020). Epicollect5: A Free, Fully Customizable Mobile-based Application for Data Collection in Clinical Research. *Journal of Postgraduate Medicine, Education and Research*. 54 (4):248-251. https://www.jpmer.com/doi/JPMER/pdf/10.5005/jp-journals-10028-1375

LUNA FLORÍN, A. D., SÁNCHEZ ASANZA, A. W., MAZA MAZA, J. E., & CASTILLO FIGUEROA, J. E. (2021). Biomasa forestal y captura de carbono en el bosque seco de la Reserva Ecológica Arenillas. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(2), 140–146. https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/480

PÉREZ GUTIÉRREZ, C., & MUÑOZ NIETO, A. (2006). *Teledetección: nociones y aplicaciones*. Ávila.

TANG, L., & SHAO, G. (2015). Drone remote sensing for forestry research and practices. *Journal of Forestry Research*. https://doi.org/10.1007/s11676-015-0088-y

Detección de basurales a cielo abierto con técnicas de inteligencia artificial:
Una herramienta para gobiernos locales

Detection of Open-Air Dumps Using Artificial Intelligence Techniques: A Tool for Local Governments

Detecção de lixões a céu aberto com técnicas de inteligência artificial: Uma ferramenta para governos locais

Estanislao Pahn[1], Leandro Rodríguez[1], Antonio Vázquez Brust[1], Brenda Walter[1]*

1 Fundación Bunge y Born, +54 (11) 4318-6600.
**: epahn@fundacionbyb.org*

Resumen: La gestión de residuos sólidos es un importante desafío para gobiernos de todo el mundo. Los patrones actuales de producción y consumo generan un incremento sostenido en la cantidad de residuos producidos, lo cual pone en tensión la capacidad operativa de los sistemas de recolección y disposición final, agravando múltiples problemáticas ambientales. El siguiente trabajo presenta los avances obtenidos con el *Sistema de Detección de Basurales a Cielo Abierto* desarrollado por la Fundación Bunge y Born con la finalidad de identificar y monitorear la presencia de basurales a cielo abierto, a partir del uso de técnicas de inteligencia artificial e imágenes satelitales provenientes de fuentes gratuitas. Se presentan las diferentes etapas de desarrollo de esta herramienta de acceso abierto y los resultados obtenidos a partir de su adaptación al monitoreo de microbasurales, en el marco de una alianza con el Municipio de la Ciudad de Mendoza (Argentina).

Palabras clave: *Gestión de residuos sólidos urbanos, medio ambiente, teledetección, microbasurales.*

Abstract: Solid waste management represents a major challenge for governments worldwide. Current production and consumption patterns have led to a sustained increase in the amount of waste generated, putting pressure on the operational capacity of collection and final disposal systems, and worsening multiple environmental problems. This paper presents the progress made with the *Open-Air Dump Detection System* developed by the Bunge and Born Foundation to identify and monitor the presence of open-air dumps using artificial intelligence techniques and satellite imagery from open-access sources. The different stages of development of this open-access tool are presented, as well as the results obtained from its adaptation to the monitoring of micro-dumps within the framework of an alliance with the Municipality of the City of Mendoza (Argentina).

Keywords: *Solid waste management. Environment. Remote sensing. Micro-dumps.*

Resumo: A gestão de resíduos sólidos constitui um grande desafio para os governos em todo o mundo. Os atuais padrões de produção e consumo têm gerado um aumento contínuo na quantidade de resíduos produzidos, pressionando a capacidade operacional dos sistemas de coleta e destinação final, e agravando diversos problemas ambientais. Este trabalho apresenta os avanços alcançados com o *Sistema de Detecção de Lixões a Céu Aberto* desenvolvido pela Fundação Bunge e Born com o objetivo de identificar e monitorar a presença de lixões a céu aberto a partir do uso de técnicas de inteligência artificial e imagens de satélite provenientes de fontes de acesso aberto. São apresentadas as diferentes etapas de desenvolvimento dessa ferramenta de acesso livre, bem como os resultados obtidos a partir de sua adaptação ao monitoramento de microlixões, no âmbito de uma parceria com o Município da Cidade de Mendoza (Argentina).

Palavras-chave: *Gestão de resíduos sólidos urbanos. Meio ambiente. Sensoriamento remoto. Microlixões.*

INTRODUCCIÓN

La detección de basurales a cielo abierto es una actividad de gran importancia para la conservación del medio ambiente urbano. Los métodos tradicionales de detección, como las inspecciones *in situ*, requieren de mucho tiempo y recursos, tornándose ineficaces ante la necesidad de un monitoreo constante sobre áreas de gran extensión (Fraternali et al., 2024).

La teledetección se presenta como una alternativa para la identificación y monitoreo de acumulaciones de residuos a gran escala, a partir de la disponibilidad de imágenes de alta resolución provenientes de satélites y otros vehículos aéreos. Asimismo, la apertura de recursos computacionales accesibles a todo público (plataformas de

procesamiento en la nube, librerías de aprendizaje automático y modelos pre entrenados, entre otros) ha facilitado el desarrollo de entornos capaces de simplificar tareas de procesamiento de imágenes multiespectrales y análisis de los resultados obtenidos (Ahmed, 2024).

En el año 2021, con el objetivo de visibilizar esta problemática ambiental y ofrecer una herramienta útil para la toma de decisiones, la Fundación Bunge y Born inició el desarrollo de una plataforma de código abierto destinada a identificar y monitorear la presencia de basurales a cielo abierto en el territorio.

Este proceso contó con dos grandes etapas: en una primera etapa, tras el diseño de un plan de trabajo y la elección de una tecnología adecuada, se realizó un análisis exploratorio sobre el territorio de la Provincia de Buenos Aires, utilizando como fuentes los registros de basurales relevados por la Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo (ACUMAR, 2023) y la Defensoría del Pueblo de la Provincia (2019) e imágenes del satélite Sentinel-2 correspondientes al año 2021. Se identificaron un 95% del total de basurales conocidos, además de un conjunto de potenciales nuevos sitios de disposición de basura a gran escala, no considerados por los registros oficiales.

En una segunda etapa, luego de presentar este proyecto ante autoridades de municipios y otros organismos públicos de competencia ambiental, se decidió adaptar la tecnología utilizada para lograr la detección de microbasurales, cuestión que se identificó como prioritaria para la gestión local. Para ello, en el marco de una alianza con la Subsecretaría de Ambiente de la Municipalidad de la Ciudad de Mendoza, se realizó una identificación de microbasurales en el área del Piedemonte, concretamente en los alrededores del barrio La Favorita, utilizando una serie de imágenes aéreas de alta resolución provistas por la Subsecretaría. Los resultados obtenidos, permitieron la identificación de 1.573 áreas donde se presenta una acumulación de residuos mayor a un metro cuadrado, además de una estimación de su composición predominante (plástico, madera, etc.). La transferencia de esta herramienta al equipo local permitió su integración al Programa de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos que lleva adelante el Municipio.

MÉTODOS Y FUENTES UTILIZADOS

En una primera etapa, el análisis se centró en la detección de basurales a nivel metropolitano. Para ello, se definieron los pasos a seguir para la aplicación de la tecnología, los cuales consisten en cinco instancias: preprocesamiento de datos, entrenamiento del modelo, detección y predicción sobre imágenes satelitales nuevas, y análisis de resultados.

Para el preprocesamiento, se utilizó la plataforma *Google Earth Engine,* con la cual se obtuvieron imágenes del satélite Sentinel-2 con una resolución de diez metros por píxel, en un rango de fechas entre el primer y el último día del año 2021. Como fuentes de basurales conocidos, se utilizaron los datos relevados por la Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo y la Defensoría del Pueblo de la Provincia, obteniendo 81 muestras

de basurales delimitados y georreferenciados.

Una vez producido este conjunto de datos, se seleccionó una tecnología adecuada para la instancia de entrenamiento. A partir de una revisión de bibliografía, se decidió utilizar un algoritmo de red neuronal convolucional U-Net en un entorno de programación Python. A su vez, el total de imágenes fue particionado en tres subconjuntos: entrenamiento, validación y prueba. Los conjuntos de entrenamiento y validación fueron utilizados para el aprendizaje del modelo, mientras que el conjunto de prueba se utilizó para evaluar su desempeño. De este total de imágenes, se utilizó un 70% para el entrenamiento y un 30% para su validación, destinando un diez por ciento para la evaluación de desempeño.

Tras completar un proceso de entrenamiento con métricas de precisión aceptables (*Intersection Over Union* -IoU- mayor a 0,65, siendo uno una métrica de detección perfecta) se obtuvo un modelo capaz de detectar la presencia de basurales a cielo abierto sobre imágenes nuevas, donde no se conoce *a priori* la existencia de basurales. El resultado consistió en un conjunto de imágenes con una banda adicional que indica la probabilidad estimada, para cada píxel, respecto a la presencia de un basural a cielo abierto.

Para eliminar aquellos casos con baja probabilidad de presencia de basurales o falsos positivos, se aplicó un umbral de predicción. Además, se descartaron algunos resultados en función de su superficie, ya que en este modelo las áreas pequeñas clasificadas como basurales encuentran mayores posibilidades de ser falsos positivos. El umbral de superficie establecido es de 100 m^2, teniendo en cuenta que los basurales de alto impacto ambiental y social poseen dimensiones similares o mayores. Las especificaciones en detalle de esta metodología de trabajo se encuentran en el documento de Devesa y Vázquez Brust (2021) publicado en la revista ArXiv.

En una segunda etapa, a partir de los requerimientos para la detección de microbasurales, se realizó un ajuste de la tecnología utilizada, utilizando el entorno de trabajo provisto por *Raster Vision*, librería de código abierto orientada a tareas de clasificación y segmentación semántica de imágenes de media y alta resolución (Azavea, s.f.).

Para ello, se configuraron una serie de *notebooks* en *Google Colab,* con los pasos necesarios para la detección de basurales a partir de los requerimientos de la librería: descarga de imágenes, entrenamiento, detección y predicción sobre nuevas imágenes.

El conjunto de datos utilizado para el entrenamiento se conformó a partir de puntos de basurales conocidos, relevados *in situ* por el equipo de la Subsecretaría. Se delimitaron los contornos de estos puntos utilizando un *software* de Sistemas de Información Geográfica (SIG), y se incorporaron nuevos puntos luego de una inspección visual de la imagen. Dicha imagen, fue generada mediante la toma de fotografías aéreas durante el año 2019 y cubre 790 ha de superficie con una resolución de 3,5 cm por píxel.

La primera versión de esta nueva adaptación logró detectar los basurales previamente conocidos e identificó varios centenares de sitios adicionales con posibles acumulaciones de residuos. Estos sitios, fueron revisados uno por uno sobre la imagen, confirmando los sitios correctamente clasificados como basurales y señalando los errores

como falsos positivos. Durante esta revisión, se identificó el material predominante de cada uno de los sitios correctamente clasificados como basurales: plástico, ramas, escombros, chapas, ladrillos, maderas, escombros y mixto, cuando no fue posible una distinción clara.

Con este nuevo conjunto de entrenamiento, se desarrolló una nueva versión del modelo con capacidad de detección multiclase, es decir, no sólo de identificar y delimitar las áreas correspondientes a basurales, sino también de establecer cuál es el material predominante que presentan.

Las métricas de precisión obtenidas fueron altas (alcanzando un 0,98 de F1 Score, media armónica de *accuracy* y *recall*) con lo cual se obtuvo un modelo de detección de microbasurales de alta precisión y capacidad de detección de materiales, optimizado para el uso de imágenes aéreas de media y alta resolución. Finalmente, se realizaron actividades de capacitación al equipo de la Subsecretaría y abiertas al público, la difusión de los resultados obtenidos en diferentes espacios académicos y *webinars*, y la incorporación del código de la herramienta a la plataforma Código para el Desarrollo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

RESULTADOS

Se presentan los resultados de la etapa de adaptación para la detección de microbasurales.

La clasificación por material predominante permitió obtener una caracterización de los microbasurales del área de estudio, con algunos ejemplos de predicción en la Figura 1.

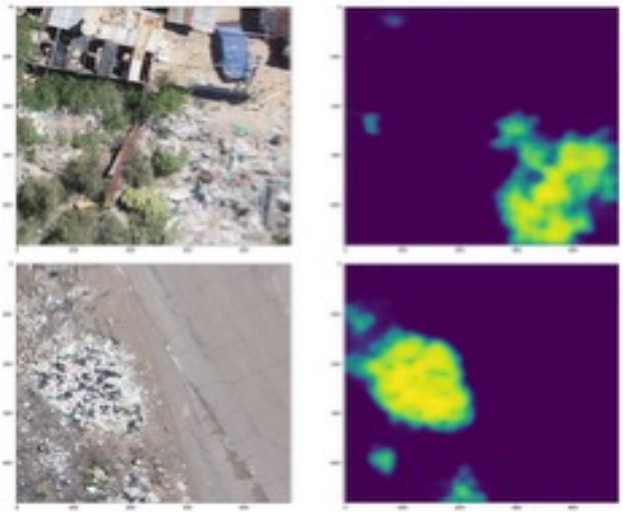


Figura 1. Recortes de la imagen aérea y predicción realizada por el sistema de detección

Fuente: elaboración propia.

El material más frecuente fue el plástico, seguido por las ramas, escombros, maderas, ladrillos y chapas, lo cual muestra una predominancia de materiales orgánicos en la composición de microbasurales. Un quince por ciento corresponde a materiales mixtos, tal como se observa en la Figura 2.

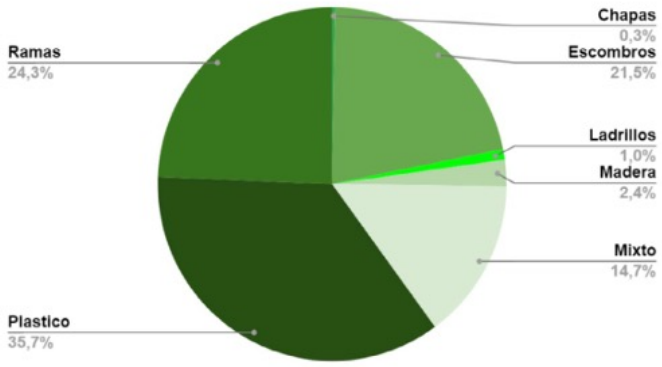


Figura 2. Superficie cubierta por material (en porcentajes).
Fuente: elaboración propia (2023).

Considerando la extensión de los microbasurales a partir de sus materiales predominantes (en hectáreas) los más extensos se componen principalmente de plástico y ramas. No obstante, la presencia de materiales áridos como tablas, chapas, ladrillos, escombros, etc. contribuye a la dispersión de las acumulaciones de basura y a la recurrencia en la formación de basurales, como se puede observar en la Figura 3.

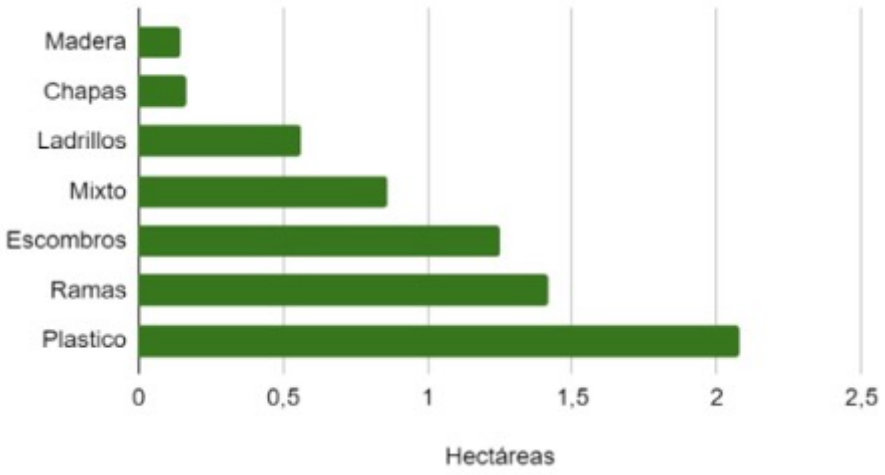


Figura 3. Superficie acumulada cubierta por material (en hectáreas)
Fuente: elaboración propia (2023).

A partir de la incorporación de esta herramienta al Plan de Prevención y Mitigación de Microbasurales, la Subsecretaría pudo mejorar la capacidad de identificación y prevención en la formación de nuevos microbasurales, avanzando con tareas de limpieza y remediación en las zonas más afectadas por esta problemática e iniciando conversaciones con vecinos y empresas para gestionar una disposición adecuada de sus residuos.

CONCLUSIONES

La gestión de residuos es un desafío complejo, especialmente en países en desarrollo como Argentina. Si bien la implementación de herramientas tecnológicas puede marcar una diferencia en la toma de decisiones basadas en datos, es importante destacar que el éxito de todas estas soluciones depende fundamentalmente de la colaboración y el compromiso de diversos actores, incluyendo gobiernos, organizaciones sin fines de lucro, el sector privado y la sociedad civil en su conjunto, para abordar esta problemática de manera integral y sostenible en el tiempo. En este sentido, la colaboración con la Subsecretaría de Ambiente de la ciudad de Mendoza ha sido fundamental para el avance del proyecto y su adaptación a una demanda concreta por parte de un gobierno local.

Tras haber presentado este proyecto en diferentes ámbitos a nivel nacional e internacional, y ante los requerimientos de diferentes organizaciones interesadas en replicar la experiencia en entornos donde no se cuenta con recursos para obtener imágenes de alta resolución, se decidió adaptar la herramienta para la utilización de imágenes satelitales libres de media resolución. Así, se ha desarrollado un nuevo modelo con menores especificaciones técnicas y económicas, cuyos resultados serán difundidos oportunamente.

Finalmente, la posibilidad de integrar esta tecnología a una Infraestructura de Datos Espaciales permitirá consolidar un sistema de monitoreo permanente en el tiempo, que facilite la identificación temprana de acumulaciones de basura y su saneamiento ambiental.

REFERENCIAS

AHMED, Z. Y. (2024). Artificial Intelligence Geographic Information Systems-AI GIS. *International Journal of Advanced Engineering and Business Sciences*, 5(1), 39–48. https://ijaebs.journals.ekb.eg/article_348490_ed1808ca7701d5a18a7ec68e0deb1c53.pdf

AUTORIDAD DE CUENCA MATANZA RIACHUELO. (abril 2023). *Basurales remanentes de la Línea de Base, por tipología* [Indicador]. https://www.acumar.gob.ar/indicadores/basurales-remanente-linea-base/

AZAVEA. (s.f.). *Raster Vision: An open-source library and framework for deep learning on satellite/aerial imagery*. https://rastervision.io

DEFENSORÍA DEL PUEBLO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. (2019). *Informe: Basurales a cielo abierto: La problemática en la Provincia de Buenos Aires* [Informe técnico]. https://www.defensorba.org.ar/pdfs/informes-tecnicos-upload-2019/informe-basurales.pdf

DEVESA, M. R., & VAZQUEZ BRUST, A. V. (2021). *Mapping illegal waste dumping sites with neural-network classification of satellite imagery*. arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2110.08599

FRATERNALI, P., MORANDINI, L., & HERRERA GONZÁLEZ, S. L. (2024). Solid waste detection, monitoring and mapping in remote sensing images: A survey. *Waste Management*, 189, 88–102. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2024.08.003

Indicadores satelitales para el monitoreo del estado hídrico regional Buenos Aires, marzo 2025

Satellite Indicators for Regional Hydrological Monitoring Buenos Aires, March 2025

Indicadores satelitais para o monitoramento hídrico regional Buenos Aires, março de 2025

Andrea Alejandra Drozd[*1,2], *Carlos Castillo*[1], *Silvio Colombo*[1]

1 Laboratorio de Desarrollo de Aplicaciones Ambientales Satelitales (LaDAAS), Departamento de Tecnología y Administración, Universidad Nacional de Avellaneda (UNDAV).
2 Área Monitoreo Satelital. Satélites y Ambientes (ENVSAT).
**: adrozd@undav.edu.ar*

Resumen: La gestión eficiente del riesgo hídrico exige monitoreo continuo; sin embargo, los métodos tradicionales con sensores en campo son costosos y de cobertura limitada. En este contexto, los datos satelitales ofrecen una alternativa clave, permitiendo integrar múltiples variables hidrometeorológicas en tiempo casi real y a bajo costo. Este estudio presenta el diseño y validación de un sistema web de monitoreo hídrico para Buenos Aires, combinando sensores satelitales ópticos (Sentinel-2, Landsat 8/9), de microondas (Soil Moisture Active Passive - SMAP) y productos de precipitación global (Global Satellite Mapping of Precipitation - GSMaP). Se desarrolló una metodología para el monitoreo de inundaciones a partir de datos satelitales ópticos, aplicando índices espectrales combinados para detección de agua. Sobre esta base, se generaron mapas de ocurrencia de agua superficial, detectando durante marzo de 2025 una extensión inundada del 19% de la provincia (48.440 km^2 - Kappa: 0,85). Los análisis de precipitación con GSMaP mostraron valores superiores a 500 mm en el sudoeste provincial, superando hasta ocho veces los promedios históricos. El monitoreo de humedad del suelo con SMAP complementó la evaluación del estado hídrico en superficie. Como innovación clave, se implementó una aplicación web interactiva de consulta que integra indicadores sen-

cillos (tipo semáforo) para diagnosticar riesgo de sequía, inundación o exceso hídrico por cuenca. Esta herramienta permite agilizar la toma de decisiones en gestión territorial asegurando su fácil acceso a usuarios no técnicos, y pretende fortalecer la respuesta ante eventos climáticos extremos, promoviendo la adaptación y la resiliencia local.

Palabras clave: *Inundaciones, riesgo hídrico, sensores remotos.*

Abstract: Efficient water risk management requires continuous monitoring; however, traditional field-based sensor methods are costly and spatially limited. In this context, satellite data offer a key alternative, enabling the integration of multiple hydrometeorological variables in near real time and at low cost. This study presents the design and validation of a web-based hydrological monitoring system for Buenos Aires, combining optical satellite sensors (Sentinel-2, Landsat 8/9), microwave data (Soil Moisture Active Passive – SMAP), and global precipitation products (Global Satellite Mapping of Precipitation – GSMaP). A methodology was developed for flood monitoring using optical satellite data through the application of combined spectral indices for water detection. Based on this approach, surface water occurrence maps were generated, detecting in March 2025 a flooded extent of 19% of the province (48,440 km^2 – Kappa: 0.85). Precipitation analysis with GSMaP showed values exceeding 500 mm in the southwestern region, up to eight times higher than historical averages. Soil moisture monitoring using SMAP complemented the evaluation of surface hydrological conditions. As a key innovation, an interactive web application was implemented, integrating simple indicators (traffic-light type) to diagnose drought, flooding, or water excess risk by basin. This tool streamlines decision-making in territorial management by ensuring accessibility for non-technical users, and aims to strengthen responses to extreme climate events while promoting local adaptation and resilience.

Keywords: *Floods. Water risk. Remote sensing.*

Resumo: A gestão eficiente do risco hídrico exige monitoramento contínuo; no entanto, os métodos tradicionais com sensores de campo são caros e de cobertura limitada. Nesse contexto, os dados de satélite oferecem uma alternativa essencial, permitindo integrar múltiplas variáveis hidrometeorológicas em tempo quase real e a baixo custo. Este estudo apresenta o desenho e a validação de um sistema web de monitoramento hídrico para Buenos Aires, combinando sensores ópticos (Sentinel-2, Landsat 8/9), dados de micro-ondas (Soil Moisture Active Passive – SMAP) e produtos globais de precipitação (Global Satellite Mapping of Precipitation – GSMaP). Foi desenvolvida uma metodologia para o monitoramento de inundações com dados ópticos de satélite, aplicando índices espectrais combinados

para a detecção de água. Com base nessa abordagem, foram gerados mapas de ocorrência de água superficial, detectando, em março de 2025, uma extensão inundada de 19% da província (48.440 km² – Kappa: 0,85). As análises de precipitação com GSMaP mostraram valores superiores a 500 mm no sudoeste da província, ultrapassando até oito vezes as médias históricas. O monitoramento da umidade do solo com SMAP complementou a avaliação das condições hídricas superficiais. Como inovação principal, foi implementada uma aplicação web interativa que integra indicadores simples (tipo semáforo) para diagnosticar risco de seca, inundação ou excesso hídrico por bacia. Essa ferramenta agiliza a tomada de decisões na gestão territorial, assegurando fácil acesso a usuários não técnicos, e busca fortalecer a resposta a eventos climáticos extremos, promovendo a adaptação e a resiliência local.

Palavras-chave: *Inundações. Risco hídrico. Sensoriamento remoto.*

INTRODUCCIÓN

Los aumentos de temperatura a nivel global están relacionados con eventos de mayor frecuencia de precipitaciones intensas en poco tiempo o períodos prolongados de sequía (U.S. Environmental Protection Agency, 2021; Dai, 2013; Fischer & Knutti, 2016). Estos eventos afectan las funciones ecosistémicas y en consecuencia el desarrollo de actividades antrópicas, provocando pérdidas en la producción agrícola/ganadera, pérdidas y daños en infraestructura, incluso la pérdida de vidas humanas (Douville, y otros, 2021).

A fin de lograr una gestión efectiva del territorio, es necesaria el conocimiento de dichas dinámicas para establecer áreas de riesgo, proveer sistemas de alerta, generar mapas de los eventos en tiempos cortos con metodologías efectivas. Los monitoreos tradicionales del estado hídrico se realizan mediante sensores en estaciones meteorológicas y sensores en campo para la estimación de la humedad del suelo, precipitación acumulada, caudales y alturas del drenaje. La humedad del suelo es un indicador esencial para evaluar la disponibilidad de agua para la agricultura y ecosistemas naturales, siendo medida a través de sensores que detectan la retención y pérdidas hídricas en capas específicas del terreno. Por otro lado, la precipitación acumulada registrada en estaciones meteorológicas proporciona información vital para el análisis de patrones climáticos y la predicción de eventos extremos como sequías o inundaciones. Asimismo, la medición de caudales y alturas del drenaje mediante caudalímetros y limnígrafos ubicados en ríos y canales permite una evaluación precisa del flujo de agua, facilitando la toma de decisiones para la prevención de desbordamientos y la optimización del uso del recurso. Sin embargo, el monitoreo tradicional es extremadamente costoso, por lo tanto, muchas veces no es efectuado en gran parte del territorio.

A una escala regional, los datos satelitales representan una herramienta fundamental para la integración de información y monitoreo de la dinámica hídrica. Gracias a su capacidad de recopilar datos en tiempo casi real, con coberturas extensas y siendo de

libre descarga, facilitan la observación constante de las variables del estado hídrico a bajo costo. En Argentina distintas instituciones generan informes y programas de monitoreo hídrico, como ser Instituto Nacional del Agua (INA), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Centro Regional del Clima (CRC) con su plataforma SISSA de monitoreo del estado de sequía, Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales) con Argenmap. Estas instituciones se centran en programas a nivel nacional, la información está disponible a través de servicios de mapas web disgregados y enfocados a usuarios capacitados en su uso e interpretación. A nivel mundial, el monitoreo de inundaciones y sequías se ha vuelto uno de los objetivos más requeridos en teledetección para un primer nivel de análisis de rápida disposición y evaluación, sin embargo, las metodologías para su detección no son sencillas ni homogéneas, lo que ha relegado el uso de servicios de mapeo de estos eventos. En Argentina, la CONAE realiza mapeos de eventos de inundación a los organismos solicitantes pero aún no existen servicios web para su visualización, monitoreo y descarga.

Durante eventos extremos de precipitación, el monitoreo de la superficie terrestre enfrenta desafíos significativos debido a la alta cobertura nubosa que limita la capacidad de observación mediante imágenes ópticas. En este contexto, las imágenes de radar de apertura sintética (SAR) ofrecen una ventaja importante, ya que permiten la detección independiente de la cobertura de nubes (Li Y.2024). Sin embargo, estos sistemas presentan limitaciones prácticas, como tiempos de revisita relativamente largos en las latitudes australes, aproximadamente cada 15 días, lo que reduce la disponibilidad de información crítica para análisis oportunos (Hostache. 2018; Jiang et.al. 2021).

La diversidad de plataformas satelitales del espectro óptico disponibles compensa la incapacidad de análisis por nubes, ya que existen satélites con capacidades de revisita que varían desde diarias hasta semanales, ajustándose así a diferentes necesidades de monitoreo.

La combinación de estas plataformas forma un sistema multiescala que permite un monitoreo espacial y temporal, optimizando el análisis en múltiples niveles. De esta manera, es posible realizar seguimientos continuos y con mayor precisión, integrando imágenes de alta resolución con datos de revisita frecuente. Este enfoque multiescalar no solo mejora la detección y el análisis de fenómenos dinámicos, sino que también contribuye a una gestión más eficiente de recursos naturales, respuesta ante desastres y planificación territorial (Liu et.al. 2022).

A estos datos se suman los productos satelitales procesados para la descarga de información de precipitación y humedad del suelo, los cuales están en continuo control y mejoramiento, como lo son los productos SMAP (Reichle 2022), GPM (Kubota et. Al. 2020), CHIRPS Funk 2015).

Este trabajo tiene dos objetivos: crear una aplicación web para el seguimiento del estado hídrico asociado a la humedad del suelo y la precipitación a través de indicadores, y evaluar su eficacia operativa y aplicabilidad a un usuario no especializado.

MÉTODOS Y FUENTES UTILIZADOS

Área de estudio

La provincia de Buenos Aires, de clima templado húmedo, alberga aproximadamente el 40% de la población total argentina. Es una de las regiones más productivas del país, aportando cerca del 30% del Producto Bruto Interno (PBI). A esto se suma su planicie con más de 1.500 lagunas, una extensa red de drenaje, zonas de humedales, marismas, bañados, acuíferos, lo que la coloca en una de las regiones más importantes en cuanto a recursos del país.

Durante marzo de 2025, intensas precipitaciones en corto tiempo se repitieron en distintos momentos y sectores de la provincia generando graves inundaciones. Entre las más graves, se encuentran las ocurridas en la ciudad de Bahía Blanca donde en horas precipitaron 400 mm, con consecuencias fatales como la pérdida de dieciséis vidas, el desplazamiento de 1.400 personas y daños estructurales.

Análisis del marco espacial de ocurrencias de agua

Un producto muy útil para evaluar el marco espacial y temporal de la dinámica hídrica es *JRC Global Surface Water Mapping* (Jean-Francois P. et.al., 2016) estimado a partir de la serie de datos satelitales Landsat, que muestra la distribución y frecuencias de ocurrencias de agua superficial a nivel mundial. Sin embargo, este producto no contempla al momento la identificación de zonas de inundaciones esporádicas, enfocándose en cuerpos de agua y sistemas de drenaje, permanentes o temporarios anuales.

A fin de poder evaluar un marco espacio temporal de la distribución y probabilidad de presencia de agua en superficie, teniendo en cuenta aquellas zonas de inundación esporádica. se realizó un análisis multitemporal con imágenes Sentinel-2 Level 2 (Agencia Espacial Europea [ESA], 2023), con frecuencias de revisita de 3/5 días entre diciembre 2018 a abril de 2023, período que abarca el comienzo de disponibilidad de datos Sentinel-2, y contemplando momentos de inundaciones (noviembre 2018, octubre 2019 y mayo y noviembre de 2021) y sequías (entre 2021 y 2023). Por lo tanto, aunque corto, este período de análisis permite evaluar los patrones espaciales de acumulación de agua actuales y a su vez la permanencia del agua en tiempos de escasez de precipitaciones.

Para ello se seleccionaron todas las imágenes Sentinel-2 con coberturas de nubes inferiores al 40% que mostraran la región de la provincia de Buenos Aires. A cada imagen se le aplicó una máscara nubes y sombras a través de umbrales de la banda SCL para tales fines (Zhu et al., 2015). Se aplicó a cada imagen el índice de agua (WI) desarrollado por Fisher et al. (2016) y se seleccionaron aquellos píxeles con valores superiores a -15. Se comparó a su vez la detección de agua por umbral en la banda B11 inferior a 0,1 de valores de reflectancia, habiéndose corroborado que valores inferiores a 0,06 detectan cuerpos de agua (productos ENVSAT 2018). Se seleccionaron también aquellos píxeles con valores de reflectancia inferiores a 0,01 para la banda 11 en cuyos casos se aplicó la corroboración de agua mediante WI superiores a -15 (descartando ruidos por

sombras). Por último, se estimó la frecuencia de ocurrencia de detección de agua para cada píxel. Dicho producto se dividió luego en 4 categorías: ocurrencias inferiores a 25% fueron baja ocurrencia, entre 25-50% ocurrencias medias, entre 50-75% ocurrencias altas y mayores a 75% aguas permanentes. Las frecuencias inferiores a 1% fueron descartadas por estar altamente asociadas a ruidos de sombras o cirros. Para descartar errores por sombras en zonas de altas pendientes, se estimó la pendiente a partir del modelo digital de elevación SRTM de 30 m (Jarvis, 2008) y en aquellos píxeles con pendientes mayores a 20% se descartó la presencia de agua acumulada detectable. A su vez, se descartaron las zonas de plantaciones forestales y urbanas cuyas estructuras también generan ruido y falsos positivos a través de la aplicación de máscaras a partir de la clasificación PROBA-V-C3 (ESA, 2023).

Se utilizó la plataforma *Google Earth Engine* (GEE) (Gorelick et.al., 2017) para su procesamiento.

Detección de agua superficial en marzo 2025

• Procesamiento de imágenes Landsat 8/9

Se filtraron todas las imágenes Landsat OLI 8 y 9 Colección 2 Nivel 2 (USGS, 2023), entre el 1 de marzo al 31 de marzo 2025 con una cobertura de nubes inferior al 30%. Se aplicó la corrección radiométrica de ND a reflectancia y una máscara de nubes y sombras para descartar esos sitios del análisis (United States Geological Survey, 2021)

Se aplicó el mismo procedimiento que en la serie temporal descrita en el punto anterior con las siguientes modificaciones: la banda seleccionada para el umbral de agua fue la B6.

• Procesamiento de imágenes Sentinel-2

Se filtraron todas las imágenes Sentinel-2 Nivel 2 de procesamiento armonizadas (ESA, 2025) que presentaran una cobertura de nubes inferior al 40% sobre la provincia de Buenos Aires. Se aplicó la misma metodología que en el punto 1.

• Procesamiento de imágenes Sentinel-3

El satélite Sentinel-3, con una frecuencia diaria y un ancho de barrido de 1270 km, tiene píxeles de 300 m (ESA, 2025). Aunque su detalle espacial es menor que el de Sentinel-2 y Landsat 8/9, su alta frecuencia permite evaluar rápidamente la dinámica de inundaciones, aumentando la probabilidad de detectar inundaciones cerca del evento de lluvias. Este satélite se utilizó como base para evaluar errores de estimación a partir de datos de mayor resolución espacial (Sentinel-2 y Landsat 8/9).

Para ello se seleccionaron imágenes OLCI Sentinel – 3 (ESA, 2025), del mes de marzo 2025 que presentaran una cobertura de nubes inferior al 30%, evaluadas visualmente. Las mismas fueron corregidas atmosféricamente por el procesador Acolite (Vanhellemont et.al., 2024). Posteriormente se detectaron los píxeles con agua superficial a partir de valores en la banda 17 menores a 0,16.

• Integración de los productos de agua Landsat y Sentinel

El mosaico final fue el resultado de un mosaico ponderado por la banda *agua* resultante de la detección de agua en cada imagen. Como resultado se obtuvo un primer producto ráster donde se mapearon aquellos píxeles que durante el mes presentaron detección positiva de agua en superficie. Este primer producto fue validado con 250 puntos de control para evaluar la precisión de detección en relación mosaicos combinación falso color RGB e imágenes de alta resolución de Google Earth y Planet Scope (Planet Labs PBC, 2018) evaluando los cambios de respuesta espectral que genera el anegamiento o escurrimiento de agua superficial sobre suelos y vegetación, juntamente con el producto de detección de agua de Sentinel-3.

Se corrigieron aquellas zonas de los productos Sentinel-2 y Landsat 8/9 donde se detectaron confusiones por respuestas atmosféricas y también aquellas que no pudieron ser corroboradas con datos externos. El producto de inundaciones Sentinel-2 fue reescalado a 30 m por píxel aplicando el método vecino más cercano y combinado a través de una ponderación de valor máximo con el resultado obtenido a partir de Landsat 8/9. El producto resultante presentó una escala de trabajo 1:50.000.

Por último, el producto obtenido se superpuso al resultado de probabilidad de ocurrencia, obteniéndose así la categoría de ocurrencia en cada píxel de agua superficial detectada.

Estimación de precipitación acumulada y anomalía estandarizada de precipitación

Existen varios productos satelitales que estiman la precipitación acumulada disponibles en plataformas como GEE. Uno de los productos más utilizados es el *Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data* – CHIRPS (Funk.et.al, 2015) con una resolución espacial de 0,05°, y una estimación de precipitación diaria que combina datos obtenidos satelitalmente con redes de estaciones terrestres. Es muy utilizado para evaluar patrones de precipitación, pero tiene la desventaja de un período de latencia de aproximadamente quince días. Otro es el denominado *Global Precipitation Measurement* (GPM) que genera el producto a partir de datos satelitales de microondas (GPM, DMSP, NOAA, MetOp, entre otrs) liderado por NASA (Estados Unidos) y JAXA (Japón), con una resolución temporal de 30 minutos y espacial de 0,1° y un período de latencia de 32 h en GEE. Un tercer producto es el *Global Satellite Mapping of Precipitation* (GSMaP), con una resolución temporal de 1 hora, resolución espacial de 0,1° y período de latencia de 20 h, producido por JAXA (Japón).

A partir de la plataforma GEE (Gorelick et al., 2017) se seleccionaron todas las imágenes GSMaP (Kubota et al., 2020) del mes de marzo de 2025, por ser el producto con menor período de latencia a fin de evaluarlo para un monitoreo más continuo. Los datos fueron recortados a la provincia de Buenos Aires. Posteriormente, se sumaron todos los valores de la banda *hourlyPrecipRate* y se la renombró *ppt*, con un error estimado entre 3 y 12 mm/h (JAXA, 2025).

Independientemente se seleccionaron todas las imágenes de precipitación GSPMaP de la provincia de Buenos Aires entre 2000 y 2023 del mes de marzo y se estimó la media, el valor máximo y el valor mínimo de precipitación. Se estimó el rango de variación mensual y por último se calculó la anomalía estandarizada de precipitación según la Ecuación 1:

PPTanom= (PPTo-PPTm)/Rango Ecuación 1

Ecuación 1. PPTanom: Anomalía de la precipitación, PPTo: precipitación acumulada observada, PPTm: precipitación acumulada media mensual histórica, Rango: Rango de variación.

También se calcularon los días con precipitaciones positivas y por último la tasa media de precipitación.

Estimación de humedad del suelo media y anomalía de humedad del suelo mensual

En Argentina, un excelente producto de estimación de humedad del suelo a distintas profundidades es el desarrollado por CONAE a partir del Satélite Argentino de Observación con Microondas (SAOCOM) con una muy alta resolución espacial para este tipo de productos, entre 10 y 100 m con una revisita de 4/5 días y errores de estimación entre 0,04 y 0,06 (Recchia et al., 2022). Estos productos están disponibles a través de un acceso condicionado para descarga o a través del Geoportal de CONAE. Dada la necesidad a corto plazo de productos, se optó por un producto de uso internacional disponible en GEE, el Soil Moisture Active Passive -SMAP frecuencia diaria, resolución espacial de 9.000 m versión de estimación 6 con un error global de 0,04 (Reichle, 2022).

Se seleccionaron todas las imágenes SMAP (NSIDC, 2020; Reichle, 2022) de humedad del suelo de la provincia de Buenos Aires de marzo de 2025. Se seleccionaron las bandas: *soil_moisture_am,* que estima la humedad del suelo entre los 0 y 5 cm y *soil_moisture_am_anomaly*, que estima la anomalía de humedad del suelo. Los valores diarios de humedad del suelo fueron integrados a partir de la estimación del valor medio.

Indicadores hídricos y estimaciones regionales

A fin de tener rápidos evaluadores de situación relacionados a un semáforo hídrico, se propusieron los siguientes indicadores que aún continúan evaluándose:

- Semáforo hídrico de precipitación y humedad.

Este indicador evalúa el estado hídrico usando la anomalía de precipitación mensual y la de humedad del suelo. Dado que la humedad del suelo es más estable, las anomalías mayores o menores a 0,1 son raras, por lo que se ponderó con un factor de 2 y se promediaron ambas variables para cada píxel.

Se establecieron luego umbrales como indicadores del estado hídrico:

>0,5, Rojo: alerta por exceso hídrico

-0,5 a 0,5 Verde: estado dentro de rangos normales

<-0,5, Rojo: alerta por déficit hídrico

• Semáforo por precipitaciones.

Las anomalías de precipitaciones mayores a 1 o -1 indican alerta por exceso o déficit hídrico. Dentro de este rango, no hay alerta. Si las precipitaciones fueron rápidas, hay alerta por intensidad. Una tasa superior a 30 mm/día indica alerta roja; entre 15 y 30 mm/día, alerta amarilla; inferior a 15 mm/día, valores normales.

• Semáforo de sequía.

Se estima la proporción de agua con una probabilidad de ocurrencia superior al 75%. Si hay nubes, se registra como sin información. Si más del 90% de la superficie está cubierta por agua, no se detecta sequía - verde. Si la superficie estimada es entre 75% y 90%, se detecta una sequía leve – amarillo, y si es inferior al 75%, alerta por sequía - rojo,

• Semáforo por inundaciones.

Se estimaron las proporciones de agua ocupadas en categorías de ocurrencia inferiores a 75%. Si la superficie ocupada es superior al 80% se cataloga como alerta roja por inundaciones, si es entre 50 y 80%, es una alerta amarilla, y si es inferior al 50% no hay alerta.

Se integró también dicha información por unidad de cuenca (ADA, 2025).

Desarrollo de una aplicación web de consulta de los resultados obtenidos

Por último, se diseñó una aplicación web de consulta de los resultados a través de la plataforma web GEE (Gorelick et.al., 2017):

https://envsat.com/envsat-ladaas/plataformas-web-de-monitoreo/

RESULTADOS

Detección de agua superficial

Se obtuvo un mapa de detección de agua superficial con un Coef. Kappa de 0,85 (Figura 1). El mismo determinó zonas con agua de distintas probabilidades de ocurrencia. El 19% (48.440 km^2) de la superficie de la provincia presentó una detección positiva de agua superficial durante el mes de marzo. Del total de agua superficial detectada el 72% ocupó zonas de bajas probabilidades de ocurrencias, un 10% probabilidades

de ocurrencia media y 6%, probabilidad de ocurrencia alta. Evaluando la proporción de cuencas afectadas por zonas inundadas, el 58% de las cuencas presentaron más del 90% de la superficie del agua superficial categorizadas como aguas de recurrencias temporarias (Figura 1).

Precipitaciones

Las precipitaciones acumuladas promedio estimadas en el mes de marzo estuvieron entre los valores de 200 a 500 mm. Las mayores acumulaciones se concentraron sobre la zona suroeste, con medias para la región de 500 mm, superando en algunos sectores los 600 mm (Figura 2). Las anomalías estandarizadas estuvieron dentro de rangos normales de precipitación excepto para la zona SO donde fueron superiores a la media mensual, alcanzando magnitudes de 8 veces los valores medios mensuales (Figura 2).

Humedad del suelo

La humedad del suelo presentó valores promedio entre los 0,3 y 0,4. La región con mayor humedad del suelo estimada fue la región centro sur, concentrando las cuencas de Las Flores (0,48), Vallimanca (0,46), Quequén Salado (0,37), sector NO de Quequén Grande (0,37). Las anomalías mensuales de humedad del suelo en este sector se hallaron entre los valores de 0,1 y 0,2, anomalías que indican un 10 al 20% de aumento en la carga de agua en relación con la media histórica mensual (Figura 2).

La aplicación web de consulta y exploración de los productos está disponible en:

https://envsat.com/envsat-ladaas/plataformas-web-de-monitoreo/

donde se encuentra la descripción general del producto y un enlace a un video explicativo de cómo utilizarla. En la aplicación, haciendo *click* en cualquier punto de la provincia de Buenos Aires, se obtiene como resultados la cuenca del punto, el agua detectada por categoría de ocurrencia, la distribución de la precipitación, anomalía de la precipitación, la humedad del suelo y su anomalía. En un panel se estiman indicadores por cuenca como: Semáforo hídrico en función de precipitación y humedad del suelo, Semáforo de sequía, Semáforo de inundaciones, Semáforo en función de intensidad de lluvias. Los productos se actualizan mensualmente.

DISCUSIÓN

En zonas de llanuras donde las pendientes son muy bajas, el agua drena de forma difícilmente predictiva. Establecer modelos hídricos que permitan dar alertas tempranas insume mucho tiempo, recursos y esfuerzo de muestreo. El estudio de patrones como los evaluados en dicho trabajo permiten evidenciar las dinámicas de precipitación y cómo afectan la infiltración, y escurrimiento en las distintas cuencas, generando patrones que alimenten a los sistemas de modelado hídrico, al mismo tiempo que revelan un estado hídrico para la toma de decisiones aportando a la gestión territorial.

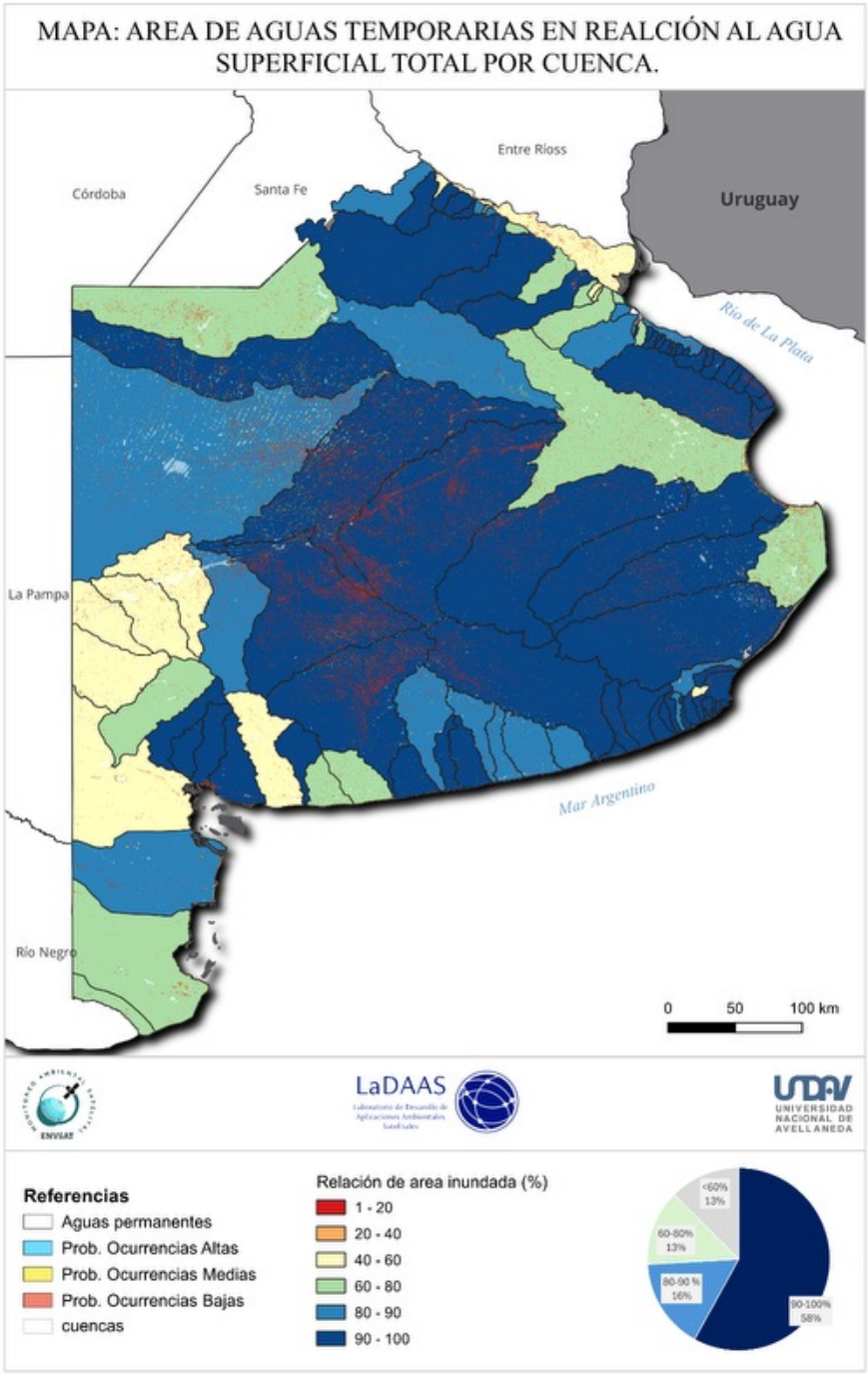

MAPA: AREA DE AGUAS TEMPORARIAS EN REALCIÓN AL AGUA SUPERFICIAL TOTAL POR CUENCA.
Entre Rioss
Córdoba
Santa Fe
Uruguay
Río de La Plata
La Pampa
Mar Argentino
Río Negro
0
50
100 km
LaDAAS
UNDAV
UNIVERSIDAD NACIONAL DE AVELLANEDA
Referencias
Aguas permanentes
Prob. Ocurrencias Altas
Prob. Ocurrencias Medias
Prob. Ocurrencias Bajas
cuencas
Relación de area inundada (%)
1 - 20
20 - 40
40 - 60
60 - 80
80 - 90
90 - 100
<60% 13%
60-80% 13%
80-90 % 16%
90-100% 58%

Figura 1.

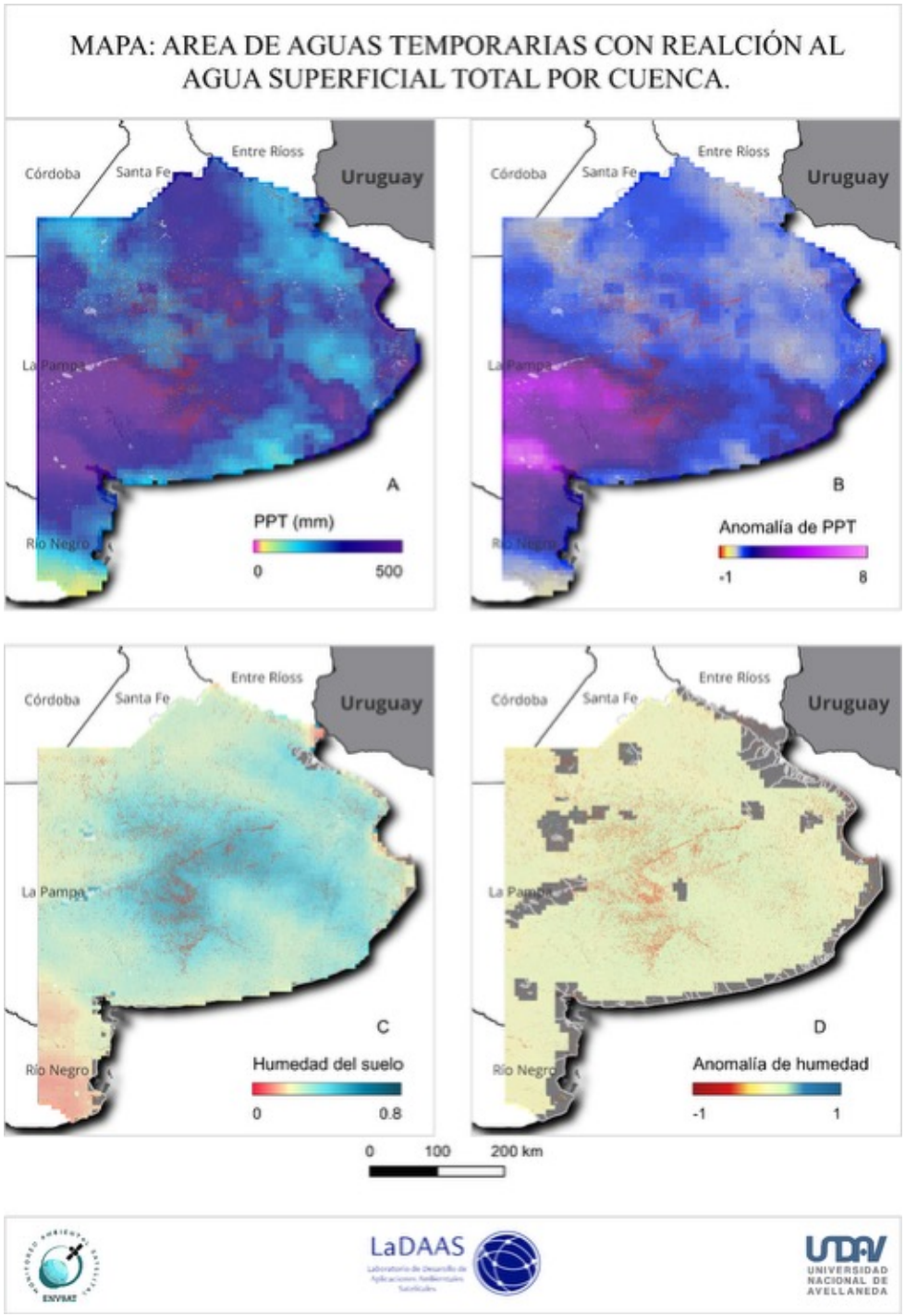


Figura 2. Precipitación acumulada mensual (marzo 2025), B. Anomalía estandarizada de precipitación mensual, C. Humedad del suelo (am) media mensual, D. Anomalía de la humedad media mensual

Aunque los resultados son preliminares y continúan siendo evaluados, la metodología propuesta es prometedora ya que logró detectar agua en zonas con probabilidades bajas de ocurrencia, donde otras metodologías muchas veces fallan por la mezcla espectral entre las coberturas. El análisis de variables como la cobertura relativa por cate-

goría de probabilidad de ocurrencia permite determinar rápidamente el tipo de evento y el comportamiento general de la cuenca. Si la distribución de superficies relativas es proporcional a la probabilidad de ocurrencia, cabe esperar que estuvieran asociados a dinámicas cíclicas, mientras que, si sucede lo opuesto, el fenómeno es un evento extremo. Las estimaciones de precipitación estuvieron asociadas a esos parámetros de anegamiento, mientras que la de la humedad del suelo, aunque geográficamente tuvo relación con la magnitud de agua superficial detectada, presentó valores altos, aunque no extremos, lo que indicaría un fuerte escurrimiento del agua superficial y poca percolación y recuperación de los acuíferos subterráneos.

La aplicación web descrita representa una herramienta innovadora y eficiente para el análisis hidroclimático, integrando variables clave como precipitación, acumulación y escurrimiento. Aunque no cuenta con un censo exhaustivo de toda la zona afectada, su capacidad para evaluar extensiones amplias, desde escalas paisajísticas hasta regionales, permite una rápida identificación de la situación hídrica general. Esta característica es especialmente valiosa para productores y gestores, quienes pueden acceder a análisis mensuales del estado hídrico a niveles locales, con bajos períodos de latencia que aseguran información oportuna. Así, esta herramienta digital fortalece la capacidad de respuesta frente a variaciones climáticas y optimiza la planificación en ámbitos agrícolas y ambientales.

REFERENCIAS

PROVINCIA DE BUENOS AIRES. AUTORIDAD DEL AGUA. (2025). *GiS ADA*. https://gis.ada.gba.gov.ar/gis/

DAI, A. (2013). Increasing droght under global warming in observations and models. *Nature Climate Change*, 52-58. https://doi.org/10.1038/nclimate1811

DOUVILLE, H., RAGHAVAN, K., RENWICK, J., ALLAN, R., ARIAS, P., & BARLOW, M. (2021). Water Cycle Changes. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. IPCC

EUROPEAN SPACE AGENCY. (s.f.). *Instruments. The European Space Agency*. https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-3/Instruments

EUROPEAN SPACE AGENCY. (2023). *Copernicus*. https://www.copernicus.eu/en

FISCHER, E. M., & KNUTTI, R. (2016). Observed heavy precipitation increase confirms theory and early models. *Nature Climate Change*, 986-991. https://doi.org/10.1038/nclimate3110

FISHER, A., FLOOD, N., & DANAHER, T. (2016). Comparing Landsat water index methods for automated water classification in eastern Australia. R*emote Sensing of Environment*, 175, 167–182. https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.12.055

FUNK, C., PETERSON, P., LANDSFELD, M., PEDREROS, D., VERDIN, J., SHUKLA, S., HUSAK, G., ROWLAND, J., HARRISON, L., HOELL, A., & MICHAELSEN, J. (2015). The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for

monitoring extremes. *Scientific Data*, 2, Article 150066. https://doi.org/10.1038/sdata.2015.66

GORELICK, N., HANCHER, M., DIXON, M., ILYUSHCHENKO, S., THAU, D., & MOORE, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18–27. https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031

HOSTACHE, R. (2018). Limitations and potential of SAR for flood monitoring in fast-changing environments. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 11(4), 1250–1262. https://doi.org/10.1109/JSTARS.2018.2806636

JAPAN AEROSPACE EXPLORATION AGENCY, EARTH OBSERVATION RESEARCH CENTER. (2025). *GSMaP research*. https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/research_e.htm

JARVIS, A., REUTER, H. I., NELSON, A., & GUEVARA, E. (2008). Hole-filled SRTM for the globe version 4. *CGIAR-CSI SRTM 90m Database*. http://srtm.csi.cgiar.org

JIANG, X., LIANG, S., HE, X., ZIEGLER, A. D., LIN, P., PAN, M., WANG, D., ZOU, J., HAO, D., MAO, G., ZENG, Y., YIN, J., FENG, L., MIAO, C., WOOD, E. F., & ZENG, Z. (2021). Rapid and large-scale mapping of flood inundation via integrating spaceborne synthetic aperture radar imagery with unsupervised deep learning. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 179, 46–58. https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2021.05.019

KUBOTA, T., AONASHI, K., USHIO, T., SHIGE, S., TAKAYABU, Y. N., KACHI, M., ARAI, Y., TASHIMA, T., MASAKI, T., KAWAMOTO, N., MEGA, T., YAMAMOTO, M. K., HAMADA, A., YAMAJI, M., LIU, G., & OKI, R. (2020). Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) products in the GPM era. In V. Levizzani, C. Kidd, D. Kirschbaum, C. Kummerow, K. Nakamura, & F. J. Turk (Eds.), *Satellite precipitation measurement* (Vol. 2, pp. 355–372). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-24568-9_20

LI, Y. (2024). Radar remote sensing in hydrological applications: Overcoming cloud interference. *Hydrology and Earth System Sciences*, 28(1), 111–130. https://doi.org/10.5194/hess-28-111-2024

LIU, R., ZHANG, G., DONG, J., ZHOU, Y., YOU, N., HE, Y., & XIAO, X. (2022). Evaluating effects of medium-resolution optical data fusion for land surface monitoring. *Remote Sensing*, 14(13), 3134. https://doi.org/10.3390/rs14133134

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. https://doi.org/10.1080/01431169608948714

NATIONAL SNOW AND ICE DATA CENTER. (2020). SMAP Level 3 Radiometer Global Daily 9 km EASE-Grid Soil Moisture, Version 6 (SPL3SMP_E) [Data set]. https://nsidc.org/data/spl3smp_e/versions/6

PLANET LABS PBC. (2018). *Planet application program interface: In space for life on Earth*. Planet. https://api.planet.com

RECCHIA, A., GIUDICI, D., & ALBINET, C. (2022). *SAOCOM 1A/B quality assessment summary EDAO* (Version 2.0). Telespazio

REICHLE, R. H., DE LANNOY, G., KOSTER, R. D., CROW, W. T., KIMBALL, J. S., LIU, Q., & BECHTOLD, M. (2022). SMAP L4 Global 3-hourly 9 km EASE-Grid Surface and Root Zone Soil Moisture Analysis Update, Version 7 [Data set]. NASA National Snow and Ice Data Center Distributed Active Archive Center. https://doi.org/10.5067/EVKPQZ4AFC4D

UNITED STATES. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. (2021). *Climate Impacts on Water Resources*. Environmental Protection Agency. https://www.epa.gov/climate-impacts/climate-impacts-water-resources

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. (2023). *Landsat 8-9 Collection 2 Level 2 science product guide*. United States Geological Survey. https://www.usgs.gov/media/files/landsat-8-9-collection-2-level-2-science-product-guide

VANHELLEMONT, Q., DOGLIOTTI, A., DOXARAN, D., GOYENS, C., RUDDICK, K., & VANSTEENWEGEN, D. (2024). Remote sensing of turbid coastal and estuarine waters with VIIRS I (375 m) and M (750 m) bands. *International Journal of Remote Sensing*, 45(24), 9162–9191. https://doi.org/10.1080/01431161.2024.2407559

ZHU, Z., WANG, S., & WOODCOCK, C. E. (2015). Improvement and expansion of the Fmask algorithm: Cloud, cloud shadow, and snow detection for Landsats 4–7, 8, and Sentinel 2 images. *Remote Sensing of Environment,* 159, 269–277. https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.12.001

Innovación en salud pública
Uso de SIG para combatir el Dengue en la ciudad de Mendoza

Innovation in Public Health: GIS for Combating Dengue in the City of Mendoza

Inovação em Saúde Pública: Uso de SIG no Combate à Dengue na Cidade de Mendoza

Carla Soledad Cuccia[*1], Luciano Pedro Santoni[1], Rocío Camila Aroca Vargas[1], Mario Alberto Candela[1], Octavio Zamorano Flores[1]*

1 Departamento de Infraestructura de Datos Espaciales, Dirección de Catastro, Secretaría de Hacienda, Municipalidad de la Ciudad de Mendoza.
**ccuccia@ciudaddemendoza.gov.ar*

Resumen: Frente al avance del Dengue en las ciudades, la ciudad de Mendoza implementó una estrategia innovadora que combina salud pública y tecnología geoespacial. Mediante una colaboración entre áreas municipales, se diseñó un sistema de registro y monitoreo que permite ubicar casos confirmados en el territorio y registrar intervenciones sanitarias en tiempo real. El enfoque se estructuró en tres fases: la recolección digital de datos mediante formularios, la visualización a través de un tablero interactivo, y la gestión territorial mediante un mapa dinámico que indica zonas abordadas y pendientes. Los análisis evidenciaron que los casos tienden a concentrarse en zonas de mayor densidad poblacional y en sectores próximos a canales aluvionales. También se identificaron aspectos a resaltar según edad y género, con una prevalencia en mujeres jóvenes. El modelo ofrece un precedente valioso para otros gobiernos locales que busquen integrar tecnología y gestión territorial en contextos de riesgo epidemiológico y pone de manifiesto el potencial de los Sistemas de Información Geográfica y las Infraestructuras de Datos Espaciales para fortalecer la respuesta municipal ante emergencias sanitarias.

Palabras clave: *Dengue, georreferenciación, salud pública, sistemas de información geográfica.*

Abstract: as Dengue continues to spread across urban areas, the city of Mendoza has implemented an innovative strategy that integrates public health and geospatial technology. Through interdepartmental collaboration, a registration and monitoring system was developed to locate confirmed cases and record sanitary interventions in real time. The approach was structured in three stages: digital data collection through online forms, visualization via an interactive dashboard, and territorial management using a dynamic map displaying covered and pending areas. Spatial analysis revealed that cases tend to concentrate in zones with higher population density and near alluvial channels. Additional factors such as age and gender were examined, showing a prevalence among young women. This model provides a valuable reference for other local governments seeking to integrate technology and spatial management in epidemiological risk contexts, highlighting the potential of Geographic Information Systems (GIS) and Spatial Data Infrastructures (SDI) to strengthen municipal responses to public health emergencies.

Keywords: *Dengue, Georeferencing, Public Health, Geographic Information Systems, Spatial Data Infrastructures.*

Resumo: diante do avanço da Dengue nas áreas urbanas, a cidade de Mendoza implementou uma estratégia inovadora que integra saúde pública e tecnologia geoespacial. Por meio da colaboração entre diferentes setores municipais, foi desenvolvido um sistema de registro e monitoramento que permite localizar casos confirmados e registrar intervenções sanitárias em tempo real. A abordagem foi estruturada em três etapas: coleta digital de dados por formulários online, visualização em um painel interativo e gestão territorial por meio de um mapa dinâmico que indica áreas atendidas e pendentes. As análises espaciais mostraram que os casos tendem a se concentrar em zonas de maior densidade populacional e próximas a canais aluviais. Também foram identificados padrões segundo idade e gênero, com predominância entre mulheres jovens. O modelo constitui uma referência valiosa para outros governos locais que buscam integrar tecnologia e gestão territorial em contextos de risco epidemiológico, evidenciando o potencial dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e das Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE) para fortalecer a resposta municipal a emergências em saúde pública.

Palavras-chave: *Dengue, Georreferenciamento, Saúde Pública, Sistemas de Informação Geográfica, Infraestruturas de Dados Espaciais.*

INTRODUCCIÓN

En un contexto de creciente circulación del virus del Dengue en espacios urbanos, la identificación y seguimiento epidemiológico de los casos confirmados adquiere un rol central para orientar estrategias de intervención sanitaria en los territorios. En este sentido, en mayo de 2024, la articulación entre la Dirección de Salud y el Departamento de Infraestructura de Datos Espaciales de la Municipalidad de la Ciudad de Mendoza permitió desarrollar un enfoque local innovador para abordar esta problemática anticipándose a la época estival de mayor incidencia del Dengue.

El presente trabajo surge como respuesta a la necesidad de georreferenciar los domicilios de personas con diagnóstico confirmado de Dengue, con el objetivo de mejorar la planificación y focalización de las acciones de mitigación en el territorio.

A partir de esta experiencia, se diseñó un nuevo flujo de trabajo basado en las herramientas del ecosistema ArcGIS, que permitió integrar, visualizar, gestionar y analizar datos epidemiológicos de manera dinámica. La implementación de un mapa interactivo posibilitó no solo la georreferenciación precisa de los casos, sino también la evaluación de los casos y la cobertura del abordaje sanitario. Esta estrategia contribuyó a un seguimiento más organizado y eficiente, fortaleciendo la capacidad de respuesta municipal frente al brote.

Área de estudio

La Ciudad de Mendoza, capital de la provincia homónima, es un municipio enclavado al pie de la Cordillera de los Andes, situado entre los 32° 51’ y los 32° 54´ latitud Sur y los 68° 49´ y 69° 05’ de longitud Oeste, variando su altitud desde los 720 msnm en la zona urbana al Este y los 2.740 msnm en la zona Oeste de precordillera (Secretaría de Desarrollo Urbano, Municipalidad de la Ciudad de Mendoza, 2019) (Figura 1).

La división político-administrativa del territorio corresponde a Seccionales, definiendo zonas homogéneas con características propias. Actualmente se clasifican en doce Seccionales, las cuales reciben un nombre propio para reafirmar su identidad (Ordenanza N.º 3505, art. 2, 2002).

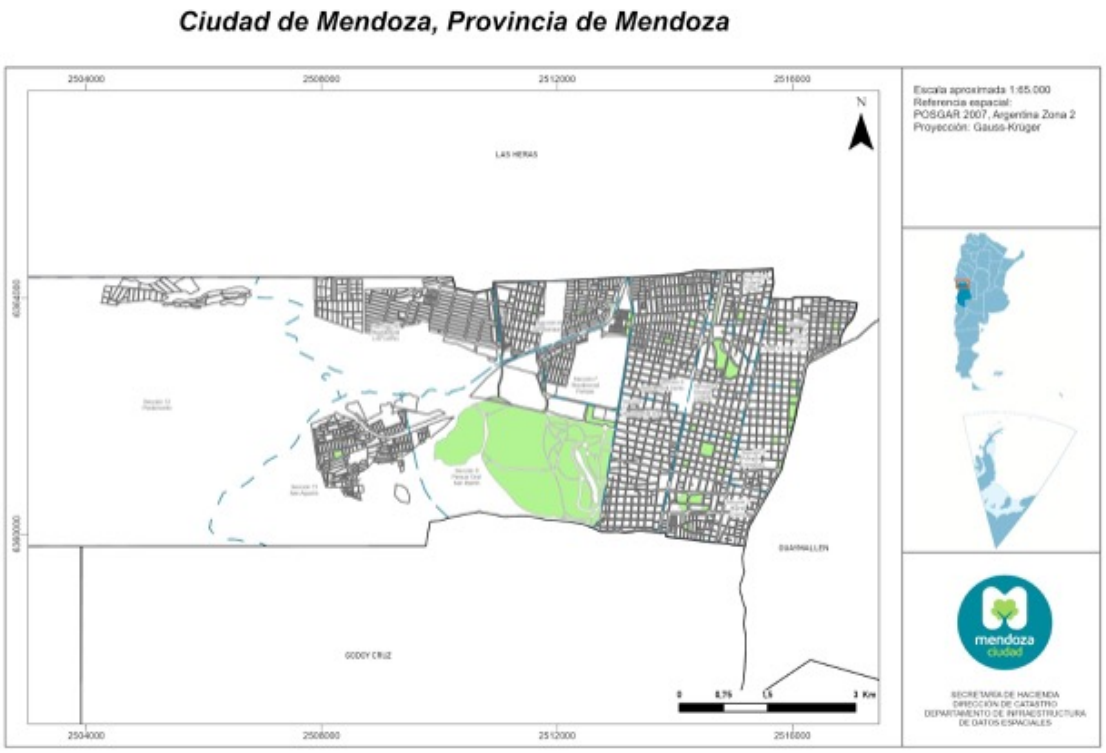


Figura 1. Ubicación de la Ciudad de Mendoza
Fuente: elaboración propia.

MÉTODOS Y FUENTES UTILIZADOS

El proceso se inició con la necesidad de contar con un sistema ágil y preciso para registrar, georreferenciar y visualizar casos confirmados de Dengue en el territorio. Para ello, se emplearon herramientas tecnológicas pertenecientes al ecosistema ArcGIS.

Como antecedente y punto de partida, se consideraron los datos registrados por la Dirección de Salud en formato Excel el cual contemplaba datos personales y de contacto de cada persona así como la clasificación del caso, establecimiento de salud al cual asistió y la fecha del registro. Este procedimiento, permitió cruzar la información provista del domicilio de la persona con la capa de información de Catastro (Figura 2), dando como resultado la georreferenciación de los casos registrados.

A partir de este insumo, la metodología se estructuró en dos etapas complementarias que permitieron georreferenciar la carga de datos, gestionar su visualización y realizar un seguimiento territorial detallado. Las mismas se muestran a continuación:

- Primera etapa: considerando la capa de casos georreferenciados, se elaboró un formulario digital utilizando la herramienta Survey123. En esta instancia, se realizó el filtro de cierta información para así considerar las variables edad, género, ubicación por calle o barrio, clasificación del caso, entre otras. Tras varias pruebas piloto y teniendo en cuenta el historial de casos, se confeccionó un tablero de visualización (*dashboard*) ArcGis para la gestión y análisis de los datos ingresados. Además, se in-

tegraron lenguajes de programación como HTML (*HyperText Markup Language*), que permitieron armar listas con los datos personales de cada persona y estadísticas en formato indicador o gráficos circulares y de serie. A esto se sumó información territorial complementaria (ubicación de puestos rurales, centros de salud, alojamientos, etc) (Figura 3) la cual se encuentra en formato *shape* y disponible en el mapa para activar y desactivar su visualización dentro del tablero. Este paso permitió realizar análisis espaciales posteriores del entorno cercano del caso.



Figura 2. Esquema de trabajo
Fuente: elaboración propia.

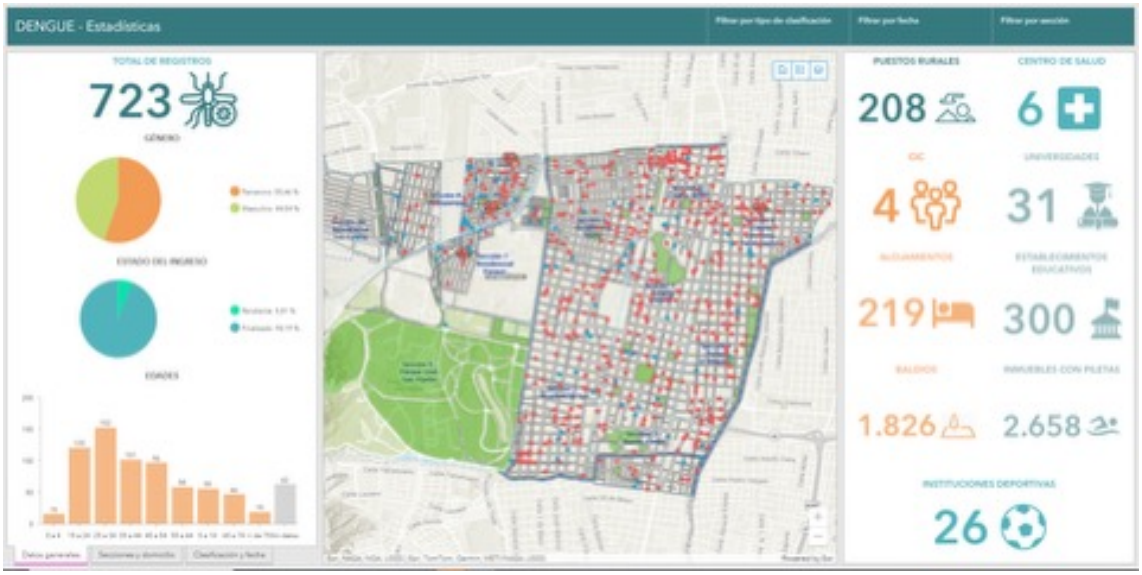


Figura 3. Captura de pantalla tablero de estadísticas de casos de Dengue en la Ciudad de Mendoza

Fuente: elaboración propia (2025).

Para aquellos casos confirmados de Dengue, se activa el protocolo de bloqueo en el cual diferentes áreas municipales intervienen en el domicilio de la persona registrando diferentes aspectos del entorno.

• Segunda etapa: se elaboró un mapa interactivo *web* basado en *Web Map Application* de ArcGis. Al seleccionar una manzana en el mapa, se puede editar el registro completando la siguiente información: el bloqueo de la manzana, fecha del bloqueo, relevamiento domiciliario, toma de muestra de larvas, cantidad de viviendas abordadas, entorno saneado, entre otras. Una vez guardada la información, la manzana cambia de color, permitiendo visualizar fácilmente las zonas ya abordadas y aquellas pendientes.

Este proceso permite dar seguimiento a las intervenciones realizadas en todo el territorio capitalino. A lo largo de todo este proceso, se atendieron incidencias e inconsistencias en los registros, lo que permitió mantener la calidad y coherencia de la información.

RESULTADOS

La implementación del sistema de seguimiento en base a información georreferenciada, permitió contar con información actualizada y precisa en tiempo real, optimizando significativamente el seguimiento de los casos confirmados de Dengue en el territorio.

Los primeros análisis sobre los datos recolectados pusieron en evidencia una serie de tendencias clave que permiten comprender mejor la dinámica territorial del brote. A continuación, se detallan los principales hallazgos.

• Distribución geográfica de los casos: se detectó una mayor concentración de casos en las proximidades de canales de desagüe aluvional intradepartamentales, especialmente los zanjones que delimitan los bordes sur, norte y este de la ciudad (Figura 4). Estas zonas, por sus características, presentan condiciones propicias para la proliferación del vector en aguas estancadas.

• Comportamiento en áreas residenciales: la Sección 6, correspondiente a la zona residencial norte, registró el mayor número de casos. Además, esta área coincide con ser una de las más pobladas de acuerdo a los resultados del Censo del año 2022, por lo tanto combina alta densidad poblacional con características urbanas que podrían favorecer la transmisión.

• Distribución urbana: la mayoría de los casos se localizó en la zona Este de la ciudad, donde predomina el tejido urbano consolidado. En contraste, la zona Oeste presentó una incidencia notablemente menor. El grado de concentración de los casos responde a una densidad de 5 a 10 casos, representado con el color amarillo y de 1 3 casos representado con el color celeste (Figura 4).

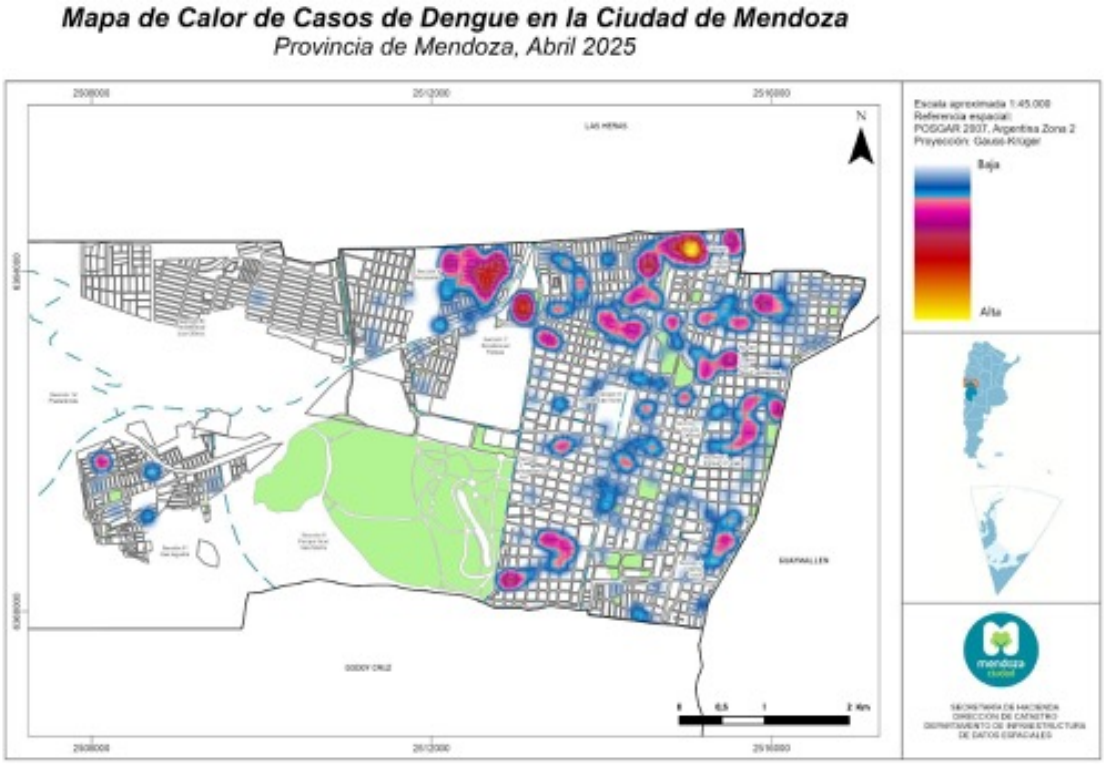


Figura 4. Mapa de calor de casos de Dengue en la Ciudad de Mendoza
Fuente: elaboración propia (2025).

• Distribución por género: cerca del 60% de los casos confirmados corresponden a mujeres, lo que podría estar relacionado con factores vinculados al rol doméstico o a la exposición diferencial según género.

• Rangos etarios más afectados: las franjas etarias con mayor incidencia fueron las de 25 a 34 años y de 15 a 24 años, destacando un impacto considerable en la población joven económicamente activa.

Además, la sistematización de los datos recolectados y su centralización bajo dos herramientas de visualización (Tablero estadístico y Mapa interactivo) facilitaron la consulta rápida y búsqueda de situaciones particulares, utilizando el número del Documento Nacional de Identidad o nombre y apellido de la persona. La posibilidad de adaptarse a diferentes dispositivos tecnológicos habilitó el uso de las herramientas tanto en trabajo en oficinas como en territorio, pudiendo registrar la ubicación exacta y con precisión del domicilio.

Finalmente, esta capacidad de observación de manera interactiva de toda la información, facilitó la identificación de patrones espaciales y poblacionales relevantes, lo cual fortaleció la planificación operativa de las intervenciones sanitarias por parte de la Dirección de Salud.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La intensificación de la circulación del virus del Dengue en contextos urbanos plantea nuevos desafíos para la gestión territorial de la salud pública. En este escenario, el uso de Sistemas de Información Geográfica y la implementación de una Infraestructura de Datos Espaciales a nivel municipal se consolidan como herramientas estratégicas para mejorar la respuesta ante brotes epidémicos estacionales.

El presente trabajo evidencia, en primer lugar, la importancia del trabajo multidisciplinario y la articulación organizada de diversas áreas de gestión para lograr el desarrollo de un enfoque territorial innovador basado en tecnologías geoespaciales.

La implementación de un flujo de trabajo basado en tecnologías de información geográfica, permitió no solo la georreferenciación precisa de los casos, sino también su monitoreo dinámico, así como la cobertura territorial de las acciones sanitarias. Fue clave poder optimizar la asignación de recursos en un contexto de alta demanda.

Los resultados obtenidos —como la identificación de secciones con mayor concentración de casos, la caracterización de la población más afectada según edad y género, y la localización de áreas vulnerables en relación con el entorno físico (como la cercanía a canales de desagüe aluvional)— dan cuenta del potencial de los SIG para generar conocimiento espacial relevante en tiempo real. Asimismo, la estructura provista por la IDE permitió asegurar la trazabilidad, estandarización y disponibilidad de la información espacial utilizada.

En suma, esta experiencia demuestra que la incorporación de los SIG fortalecen significativamente la capacidad de respuesta frente a emergencias sanitarias. La transversalidad y flexibilidad de estas herramientas las convierten en elementos clave para avanzar hacia una gestión territorial más integrada, proactiva y basada en evidencia. Su replicabilidad en otros contextos urbanos refuerza su valor estratégico en la planificación sanitaria y la gobernanza del territorio.

AGRADECIMIENTOS

Al equipo del área de la Dirección de Salud que tuvo una gran predisposición y compromiso a lo largo del proceso.

REFERENCIAS

ORDENANZA 3505 DEL 2002 [MUNICIPALIDAD DE LA CIUDAD DE MENDOZA]. *Crear nuevas seccionales al oeste de Avda. Boulogne Sur Mer*. 26 de noviembre de 2002. Municipalidad de la ciudad de Mendoza. https://apex.ciudaddemendoza.gov.ar/apex/produccion/f?p=204:3010:15955934864163::NO:3010:P3010_GO_BACK,P3010_TE1D100_ID:3005,2406

MUNICIPALIDAD DE LA CIUDAD DE MENDOZA. SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO. (2019). *Plan Municipal de Ordenamiento Territorial*. https://datos.ciudaddemendoza.gov.ar/dataset/plan-municipal-ordenamiento-territorial

BLOQUE 3

Infraestructuras de Datos Espaciales y gobernanza

La IDE de Estados Unidos

Procesos y convergencias en un modelo impulsado por políticas de Estado y coordinación institucional

The United States SDI: Processes and Convergences in a Model Driven by State Policies and Institutional Coordination

A IDE dos Estados Unidos: Processos e convergências em um modelo impulsionado por políticas de Estado e coordenação institucional

Carlos Gabriel Asato[*1]

1 Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR).
**: gabriel.asato@segemar.gov.ar*

Resumen: A través del análisis de la historia de la Infraestructura Nacional de Datos Espaciales de Estados Unidos, se rescatan algunas de las experiencias y aprendizajes que hicieron de la misma una iniciativa de política de Estado de ese país. Como elementos distinguibles se pueden destacar la importancia de la coordinación y colaboración entre organismos públicos y privados; el peso estratégico dado por ese país a los datos geográficos y a sus derivados geoespaciales; la importancia de la información geoespacial adaptada a las necesidades de los gobiernos federales, estatales y locales, como también a la sociedad; y su complementación con otras iniciativas de Estado en el ámbito digital.

Palabras clave: *infraestructura nacional de datos espaciales, política de Estado, coordinación institucional, datos básicos y fundamentales.*

Abstract: Through an analysis of the history of the National Spatial Data Infrastructure (NSDI) of the United States, this paper highlights key expe-

riences and lessons that have made it a long-standing State policy initiative. Among its most distinctive elements are: the emphasis on coordination and collaboration between public and private institutions; the strategic importance assigned to geographic and geospatial data by the federal government; the production of geospatial information tailored to the needs of federal, state, and local governments as well as society at large; and the integration of the NSDI with other national digital and information initiatives.

Keywords: *national spatial data infrastructure, State policy, institutional coordination, core and fundamental data.*

Resumo: Por meio da análise histórica da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (NSDI) dos Estados Unidos, este trabalho destaca algumas das experiências e aprendizados que a consolidaram como uma iniciativa de política de Estado. Entre os elementos mais relevantes, destacam-se: a importância da coordenação e colaboração entre instituições públicas e privadas; o papel estratégico atribuído aos dados geográficos e aos seus derivados geoespaciais; a produção de informações geoespaciais adaptadas às necessidades dos governos federal, estaduais e locais, bem como da sociedade; e a complementaridade da NSDI com outras iniciativas estatais no campo digital.

Palavras-chave: *infraestrutura nacional de dados espaciais, política de Estado, coordenação institucional, dados básicos e fundamentais.*

INTRODUCCIÓN

Con el fin de rescatar experiencias y aprendizajes útiles a partir de la historia del surgimiento de la Infraestructura Nacional de Datos Espaciales (INDE) de los Estados Unidos de América (EEUU) se ha hecho una revisión sistemática de los documentos de gobierno a partir de la bibliografía disponible y de un resumen histórico realizado por el F*ederal Geographic Data Committee* (FGDC, s.f.). En este estudio se destacan los temas que han permitido madurar y fortalecer el concepto de IDE (Infraestructura de Datos Espaciales) de ese país siguiendo dos enfoques: por un lado, el correspondiente a los procesos que permitieron generar las políticas de Estado que gradualmente fueron consolidando la necesidad de la IDE; y por otro lado la IDE como iniciativa de los profesionales de organismos científico-técnicos hasta su convergencia con las políticas de Estado vigentes y el consecuente impulso de la ciencia geoespacial tanto en la academia como en la industria

ANTECEDENTES DE LA INDE COMO POLÍTICA DE ESTADO

En 1906, el presidente Theodoro Roosevelt, a partir de la promulgación de la Orden Presidencial Ejecutiva 493, creó el organismo asesor presidencial denominado *Geographical Board* cuya función fue evitar la duplicación de los trabajos de obtención y generación de información cartográfica y generar la estandarización de los mapas del gobierno federal (*Executive Order* [EO], 1906). Posteriormente, en 1919, se emitió una Orden Ejecutiva 3206, en donde ese organismo fue reemplazado por el *Board of Surveys and Maps* con el objetivo de coordinar a las organizaciones federales de producción cartográfica (EO, 1919). A tales efectos, establece que la junta funcionará en las oficinas del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) e insta a que se invite a los usuarios de la cartografía a participar de las conferencias y reuniones de asesoramiento. En 1942 a través de la resolución 9094 (EO, 1942) se disuelve el *Board of Surveys and Maps* y sus funciones pasan a ser responsabilidad del *Director del Office of Management and Budget* (OMB), organismo ejecutivo dependiente directamente del presidente de EEUU. Ya en 1953, se emite la Circular A-16 (OMB, 1953), documento que será importante en el desarrollo posterior de la coordinación de los organismos federales y la INDE de EEUU. Esta primera versión de la circular trata de asegurar que la cartografía y los relevamientos realizados por los organismos se adapten a las necesidades de los gobiernos federales, estatales y la sociedad (Robinson, 2008).

Ya en 1983, a través del Memo 83-12 del OMB (FGDC, s.f.), se establece la coordinación de los programas federales de cartografía digital, y en 1990 (FGDC, s.f.) a través de una revisión de la circular A-16 se crea el *Federal Geographic Data Committee* (FGDC), que además de tener el deber de cumplir con las obligaciones enumeradas anteriormente, se le encomienda crear un *Clearinghouse*, que en el sentido de la circular consiste en un servicio electrónico de acceso a los datos espaciales documentados y sus propios metadatos. Además se le encomienda impulsar el desarrollo de estándares de datos, de procesos, de organización y tecnología (relacionados a la información geoespacial), de acuerdo a la Circular A-119 (OMB, 2016a) denominada *Federal Participation in the Development and Use of Voluntary Consensus Standards and in Conformity Assessment Activities*. De esta manera se promueve el desarrollo de los estándares en forma colaborativa y coordinada entre los distintos niveles institucionales de acuerdo a las necesidades de información y servicios de los usuarios finales.

En 1994, a través de la Orden Presidencial Ejecutiva 12906 (*Coordinating Geographic Data Access*) se crea la *National Spatial Data Infrastructure* (la INDE en español) y el *National Data Spatial Clearinghouse*, asignando las responsabilidades de su implementación y coordinación de los organismos federales tanto al FGDC y al Departamento de Estado del Interior de los EEUU. Es en este documento que se define a "la Infraestructura Nacional de Datos Geoespaciales (NSDI) como las tecnologías, políticas estándares y recursos humanos necesarios para adquirir, procesar, almacenar, distribuir y perfeccionar la utilización de los datos geoespaciales" (EO, 1994, Sec. 1).

En una posterior revisión y actualización de la Circular A-16 (OMB, 2002) se realiza una nueva definición de las responsabilidades del FGDC y la de los organismos federales asociados, enfocándose la coordinación hacia una visión de desarrollo de un sistema

integrado de infraestructura que pueda dar soporte a múltiples servicios gubernamentales y de apoyo al desarrollo de una política de gobierno electrónico. Se declara a la información geoespacial como un activo importante y estratégico de la nación, según las directivas de la Circular A-130 (OMB, 2000). También se definen sus principios directrices los cuales son la protección y seguridad de los ciudadanos, la garantía de acceso a la información, la definición del licenciamiento gubernamental y la interoperabilidad de los servicios de información como medio eficiente de intercambio de datos. Además hace referencia acerca de lo que debería ser la IDE global (*Global Spatial Data Infrastructure*, GSDI), la cual debería ser consistente con las políticas nacionales de seguridad e inteligencia, los requerimientos del comercio internacional, y los criterios de estándares definidos de acuerdo a la Circular A-119 (OMB, 2016a). Otro tema importante que se destaca en forma explícita es la naturaleza colaborativa de la INDE, pues con ese enfoque se promueve la coordinación entre todos los actores a distintos niveles, de modo tal que sea posible encontrar en forma efectiva las soluciones para satisfacer las necesidades de los usuarios finales.

LA INDE DE ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA COMO INICIATIVA DE LA CIENCIA Y LOS PROFESIONALES

Ante la relevancia e impactos que comenzaron a tener las herramientas digitales tales como los sistemas de información geográfica (SIG) en las actividades científicas y económicas, en 1988 desde el *National Science Foundation* (NSF, EEUU) surgió la iniciativa de generar un ámbito de soporte académico a la comunidad de usuarios de SIG de la nación. Es así que el *National Center for Geographic Information and Analysis* (NCGIA) se proyectó como un medio para generar una agenda de investigación que permitiera que esta tecnología emergente pueda ser utilizada para la toma de mejores decisiones y que a la vez pueda tener un uso amplio abarcando todos los niveles de la sociedad (Abler, 1987). En ese sentido se definieron como metas generar teoría, metodologías y técnicas avanzadas en SIG; promover el desarrollo de una masa importante de especialistas en el tema; promover la difusión y análisis de la información geográfica digital en la comunidad científica; y que el NCGIA sirviera como un sistema de intermediación y gestión del conocimiento en la materia (*knowledge clearinghouse* en los términos del NCGIA). En este sentido, se buscó generar un contexto de investigación persistente y coordinado, generar un cambio de cultura donde la universidad, y el gobierno y la industria pudieran juntar sus talentos, siendo una de sus premisas principales de trabajo que las herramientas SIG sólo podrían ser ampliamente aprovechadas sí las mismas concordaban con las necesidades de las empresas, agencias e investigadores.

Paralelamente, a fines de la década del 80 (1987-1990), ante la surgencia de las nuevas tecnologías digitales, el Servicio Geológico de Estados Unidos organizó discusiones en su Comité de Ciencia Cartográfica (USGS-MSC) sobre cuáles serían los impactos de las nuevas tecnologías digitales en la producción de cartografía geográfica y geológica. De esas reuniones surgió una de las conclusiones más importantes: para ser competitivos a nivel global en una economía basada en la información, el país debía contar con una infraestructura coordinada y eficiente que permitiera el intercambio y comunica-

ción fluida de estos recursos (*National Research Council* [NRC], 1990). En lo que a datos se refiere se destacó la importancia de contar con la información geoespacial sobre recursos, transporte, planificación, administración, marketing y comunicación, como base para el desarrollo de plataformas que permitan tomar mejores decisiones. Por otro lado se notó que la información así generada y gestionada por medios digitales no sólo se ajustaría a las necesidades y propósitos del USGS, sino que sus beneficios podrían extenderse a otras áreas de gobierno, a la sociedad, y al desarrollo económico y productivo de la nación, lo cual requeriría realizar una coordinación con otras áreas de gobierno generadoras de información geográfica. En ese escenario se entendió que la División Nacional de Mapeo del USGS (USGS-NMD), debía convertirse en un organismo de coordinación de la infraestructura nacional de datos geoespaciales.

En un documento posterior, el NRC (1991) hace notar la importancia de determinar cuáles serían las necesidades que tendrían los usuarios en cuanto a las capacidades de visualización y modelado que proveen las nuevas tecnologías digitales y que actividades se verían beneficiadas con estas capacidades. Con pesar reconocen la propia limitación operativa y de conocimiento en estos temas, y advierten de la necesidad de realizar un programa de largo plazo, que si bien apuntaría principalmente a aspectos operativos de las nuevas tecnologías de información, también debería ocupar estudios tanto de ciencia básica y aplicada, requiriendo además la realización de proyectos conjuntos en colaboración con otras agencias estatales, la academia y la industria privada. Ya en esta etapa de avance, el Departamento del Interior (DOI), asignó al USGS-NMD la responsabilidad de hacerse cargo también del *U.S. Global Change Research Program*, específicamente en temas de investigación sobre la obtención, manejo y modelado de distintos tipos de información ambiental, funciones que se suman a las de coordinación, investigación y desarrollo de los datos y tecnologías geoespaciales.

En 1993, el NRC y USGS-NMD (NRC, 1993) realizaron una consulta a 18 agencias gubernamentales, empresas y comisiones científicas sobre la realización de un sistema de coordinación que dé lugar a una infraestructura nacional de datos geoespaciales, para estudiar cuales serían los roles que le cabrían a las organizaciones privadas, a los gobiernos federales, estatales y locales en cuanto al uso e intercambio de información, su capacidad de generar beneficios sociales y económicos, y su impacto sobre la gestión del medio ambiente y el desarrollo de economías sustentables. También señalaron que una condición estratégica que le permita a la nación sobrevivir en una economía global dependería de contar con una política pública de desarrollo e intercambio de información. Es decir que la información compartida por distintos proveedores pueda ser integrada de manera ágil de tal manera que la misma ayude a dar respuesta a distintos problemas prácticos presentes en el gobierno y la sociedad, tanto como los sufridos por el ciudadano común como los requeridos por una industria o el gobierno.

En este contexto la NRC definió que la INDE debería desarrollarse sobre cinco principios directores: la disponibilización de la información a toda la sociedad a través de las redes de computación, la generación de condiciones que faciliten su uso, la flexibilidad en cuanto a su capacidad evolución y la capacidad de cubrir usos diversos, y además que pueda ser la base para el desarrollo de otras y nuevas actividades, como una forma de fomentar la innovación. Por otro lado, en este mismo documento se definie-

ron como componentes estructurales de la INDE las bases de datos; los metadatos (es decir las descripciones de los datos); las fuentes y originadores de datos; las redes de datos; la tecnología; los arreglos institucionales que fomentan la cooperación interorganizacional tanto a nivel horizontal como vertical; los usuarios; las políticas y estándares, que deben seguir los enfoques de diseño de arquitecturas de sistemas abiertos, de compromisos políticos establecidos a nivel técnico, asegurar la protección de los datos personales y definir la la responsabilidad propia de los generadores de datos.

En vista a lograr los objetivos de la INDE, en un estudio posterior Onsrud y Rushton (1992) analizaron a través de un taller de trabajo y consulta realizado a grupos de interés tanto de organizaciones públicas, academia y privados sobre cuáles son los factores que controlan y favorecen el intercambio de información geoespacial. Concluyeron que el intercambio de la información entre distintos actores a nivel país, regional y global es una necesidad, y que el estudio del problema no sólo involucra los aspectos técnicos, sino también los factores institucionales y culturales en cuanto como se colecta, estructura, analiza, presenta, disemina, integra y mantiene la información. En particular, de cómo esa información que se intercambia es usada e interpretada por otros que no son explícitamente especialistas en la materias propias de los datos, de si la información que se comparte satisface el uso general y se integra fluidamente con otros datos, o si la misma es lo suficientemente rica y con un nivel de calidad que permita generar beneficios palpables. Que si bien una solución probable al intercambio de información sería la generación y adopción de estándares (digitales) universales se ve dificultosa su implementación donde la visión, prácticas y uso sobre los datos realizada por los distintos actores es muy dispar.

DISCUSIÓN

A través del estudio pormenorizado de los antecedentes históricos del desarrollo de la INDE en EEUU como una política de Estado fundamental orientada al desarrollo de las bases socio-tecnológicas de una sociedad basada en la información (EO 12906, OMB A-16), se pueden interpretar diferentes aspectos que son resultado de un extenso proceso histórico y de la convergencia de distintos enfoques, el político, y el de la ciencia y los profesionales.

La información geoespacial es considerada como un activo estratégico y de suma importancia para la toma de decisiones (OMB A-130) al ser incluída en los asuntos directos de gestión presidencial de los EEUU (EO 9094 y 4963). Su obtención y gestión debe adaptarse a los intereses de los gobiernos federales, estatales y de la sociedad en su conjunto (OMB A-16, A-119, A-130; Abler, 1987; NRC, 1993). Para que esto se cumpla, los organismos productores de información deben garantizar la calidad de sus servicios (NRC, 1991). Para eso, la estrategia de información nacional se orienta a definir un conjunto de datos fundamentales que deben abarcar las temáticas de recursos, transporte, planificación, administración, marketing y comunicación (NRC, 1990).

Por otra parte, no menores deben ser los esfuerzos para lograr la coordinación interinstitucional incluyendo a grupos de interés, a la actividad privada y a potenciales

usuarios (OMB A-16, 83-12; EO 493, 3206, 12096). Para conseguir los objetivos deseados deben desarrollarse estándares comunes (OMB A-119). Además para lograr el desarrollo de la INDE, y la adopción de sus servicios es necesario que desde la academia se genere una infraestructura de conocimiento que promueva la adopción, desarrollo e innovación tecnológica (Abler, 1987).

Teniendo en cuenta lo anteriormente expresado y desde el punto de vista de la gestión como política de Estado, se destaca una serie de principios rectores: los datos y servicios brindados deben propiciar la protección y seguridad de los ciudadanos; asegurar la garantía de acceso a la información; definir el licenciamiento gubernamental; y garantizar la interoperabilidad de los servicios de información como medio eficiente de intercambio de datos (OMB A-130).

Por último, este análisis nos invita a reflexionar acerca de cuáles aprendizajes son reconocidos actualmente en los proyectos de IDE nacionales, qué estrategias resulta pertinente tener en cuenta en futuros desarrollos, y cuales son los aspectos que se alejan de la propia visión de IDE nacional.

ALGUNAS PROPUESTAS PARA FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

En relación con todos los temas identificados surgen diversas temáticas posibles para la realización de futuros estudios. Dado que en este trabajo se evidencia una transición evolutiva desde lo analógico a lo digital, es importante identificar cuáles son las condiciones para que desde el Estado, las instituciones y la academia se faciliten transiciones más fluidas y sostenidas. Otro tema a estudiar son los roles y las articulaciones más apropiadas entre Estado, industria y conocimiento para el desarrollo de las tecnologías geoespaciales y su apropiación por parte de la sociedad. Para esta investigación, se propone partir de los modelos de innovación del Triángulo de Sábato (Sábato & Botana, 1970), y el *Triple Helix* (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995).

Además, dado que desde la IDE surge la promesa de progreso e innovación para la toma de decisiones, es fundamental comprobar su efectividad en esta tarea. De no ser así, se deberían identificar cuales son los elementos que favorecen y dificultan la aplicación de las IDEs en los propósitos planteados.

NOTA

Este trabajo forma parte de una tesis para aplicar al título de doctor en gestión de la innovación sistémica, ITBA.

REFERENCIAS

ABLER, R. F. (1987). The National Science Foundation Center for Geographic Information and Analysis. *International Journal of Geographical Information System,* 1(4): 303–326. https://doi.org/10.1080/02693798708927819

ETZKOWITZ, H., & LEYDESDORFF, L. (1995). The Triple Helix, University-Industry-Government Relations: A Laboratory for Knowledge Based Economic Development. *EASST Review,* 14(1): 14-19.

EXECUTIVE ORDER No. 493. (1906). *Changing Title of Board on Geographic Names to United States Geographic Board, and Adding Duties*. https://en.wikisource.org/wiki/Executive_Order_493

EXECUTIVE ORDER No. 3206. (1919). *Constituting Board of Surveys and Maps*. https://www.presidency.ucsb.edu/documents/executive-order-3206-constituting-board-surveys-and-maps

EXECUTIVE ORDER No. 9094. (1942). *Abolishing the Board of Surveys and Maps and authorizing the Director of the Office of Management and Budget to perform its functions.* https://www.archives.gov/federal-register/codification/executive-order/09094.html

EXECUTIVE ORDER No. 12906. (1994) *Coordinating Geographic Data Acquisition and Access: The National Spatial Data Infrastructure*. https://www.govinfo.gov/content/pkg/WCPD-1994-04-18/pdf/WCPD-1994-04-18-Pg779.pdf

EXECUTIVE ORDER No. 13526. (2009). *Classified National Security Information*. https://www.govinfo.gov/content/pkg/CFR-2010-title3-vol1/pdf/CFR-2010-title3-vol1-eo13526.pdf

FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE. (s.f.). *History*. Obtenido de: https://www.fgdc.gov/who-we-are/history#7

FOLGER, P. (27 de abril de 2012). *Issues and Challenges for Federal Geospatial Information* (CRS Report R41826). Congressional Research Service. https://www.everycrsreport.com/files/20120427_R41826_19777cd2106903b0b080fea8b61ab1777f4527cc.html

GEOSPATIAL DATA ACT OF 2018 U.S.C, H.R. 302. (2018). https://www.fgdc.gov/gda/

INFORMATION QUALITY ACT, 106-554 USC § 515. (2000). https://sourcebook.acus.gov/wiki/Information_Quality_Act/view#:~:text=L.-,No.,history%20specific%20to%20the%20IQA.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (1990). Spatial Data Needs: The Future of the National Mapping Program. The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/9616

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (1991). Research and Development in the National Mapping Division, USGS: Trends and Prospects. The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/10986

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (1993). *Toward a Coordinated Spatial Data Infrastructure for the Nation*. The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/2105

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (2001). *National Spatial Data Infrastructure Partnership Programs: Rethinking the Focus*. https://doi.org/10.17226/10241

OFFICE OF MANAGEMENT AND BUDGET. (1953). *Circular A-16. Programming and Coordination of Surveying and Mapping*. https://www.cia.gov/readingroom/document/cia-rdp63-00314r000100210003-7

OFFICE OF MANAGEMENT AND BUDGET. (2000). *Circular A-130: The Management of Federal Resources*. https://clintonwhitehouse4.archives.gov/OMB/circulars/a130/a130trans4.html

OFFICE OF MANAGEMENT AND BUDGET. (2002). *Circular A-16. Coordination of Geographic Information and Related Spatial Data Activities*. https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2017/11/Circular-016.pdf

OFFICE OF MANAGEMENT AND BUDGET. (2016a). *Circular A-119. Federal Participation in the Development and Use of Voluntary Consensus Standards and in Conformity Assessment Activities*. https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2020/07/revised_circular_a-119_as_of_1_22.pdf

OFFICE OF MANAGEMENT AND BUDGET. (2016b). *Circular A-130. Managing Information as a Strategic Resource*. https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/legacy_drupal_files/omb/circulars/A130/a130revised.pdf

ONSRUD, H. J, & RUSHTON, G. (1992). *NCGIA Research Initiative 9 - Institutions Sharing Geographic Information: Scientific Report for the Specialist Meeting*, 26-29 February 1992 (92-5). UC Santa Barbara: National Center for Geographic Information and Analysis. https://escholarship.org/uc/item/67z914bx

ROBINSON, M. (2008). *A History of Spatial Data Coordination. National Geospatial Advisory Committee* [PDF]. https://www.fgdc.gov/ngac/a-history-of-spatial-data-coordination.pdf

SABATO, J., & BOTANA, N. (1970). La ciencia y la tecnología en el desarrollo de América Latina. En *Tiempo Latinoamericano. América Latina: Ciencia y tecnología en el desarrollo de la sociedad* (pp. 59-76). Editorial Universitaria. https://repositorio.esocite.la/id/eprint/346

Sistema de gestión de operaciones con VANT de la Secretaría de Producción de Tucumán

Operations Management System with UAVs of the Production Secretariat of Tucumán

Sistema de Gestão de Operações com VANT da Secretaria de Produção de Tucumán

Mónica Paola Odstrcil[1], Ana Gabriela Aguilar[1], Luciana Paz[1], Florencia Olivera[1], Augusto Gutiérrez[2]*

1 Secretaría de Estado de Producción, Ministerio de Economía y Producción, Gobierno de Tucumán.
2 Dirección de Flora, Fauna Silvestre y Suelos, Ministerio de Economía y Producción, Gobierno de Tucumán.
**: ag.aguilar5.9@gmail.com*

Resumen: El sistema de gestión de operaciones con VANT facilita su organización, administración y ejecución de operaciones de VANT (en este caso drones) pertenecientes a la Secretaría de Producción de la provincia de Tucumán. Basado en tecnologías de información geográfica, el sistema web de gestión interna de solicitudes y planificación de vuelos con drones permite planificar operaciones y registrar tanto las áreas sobrevoladas como los productos generados, conformando una biblioteca de ortomosaicos, índices multiespectrales, modelos digitales de elevación y de terreno, curvas de nivel y material multimedia a disposición de las dependencias de la Secretaría.

Palabras clave: *VANT, drone, visor de mapas, ortomosaico.*

Abstract: The UAV operations management system facilitates the organization, administration, and execution of UAV (in this case, drone) operations carried out by the Production Secretariat of the Province of Tucumán.

Based on geographic information technologies, the internal web-based system for managing requests and flight planning with drones allows for the scheduling of operations and the recording of both the overflown areas and the generated products. It thus builds a repository of orthomosaics, multispectral indices, digital elevation and terrain models, contour lines, and multimedia material available to the Secretariat's departments.

Keywords: *UAV, drone, map viewer, orthomosaic.*

Resumo: O sistema de gestão de operações com VANT facilita a organização, administração e execução das operações de VANT (neste caso drones) pertencentes à Secretaria de Produção da província de Tucumán. Baseado em tecnologias de informação geográfica, o sistema web de gestão interna de solicitações e planejamento de voos com drones permite planejar operações e registrar tanto as áreas sobrevoadas quanto os produtos gerados, conformando uma biblioteca de ortomosaicos, índices multiespectrais, modelos digitais de elevação e de terreno, curvas de nível e material multimídia à disposição das dependências da Secretaria.

Palavras-chave: *VANT, drone, visualizador de mapas, ortomosaico.*

INTRODUCCIÓN

La Red de Información para el Desarrollo Productivo (RIDES), es una infraestructura compuesta por investigadores y técnicos especializados en Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Teledetección, tecnologías y procedimientos estandarizados, que ofrece herramientas y servicios para la planificación y gestión, orientada a apoyar el proceso de toma de decisiones, tanto en los sectores públicos como privados. Se encuentra dentro de la estructura de la Secretaría de Estado de Producción, consolidado a través de la Resolución Ministerial Nº 315/19, organizando y gestionando la información generada en los organismos públicos dependientes, constituyéndose como nodo activo de la Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Tucumán (IDET).

A fines del año 2018, cuando se adquirió el primer drone de la Secretaría de Producción, se propuso desde RIDES brindar un servicio de operaciones de vuelos con drones a las diferentes reparticiones de la Secretaría, con el objetivo de sumar información territorial estratégica para el desarrollo de sus proyectos sobre determinadas áreas de estudio.

Con la incorporación de nuevos equipos y el crecimiento de la demanda del servicio, se diseñó y desarrolló un sistema web de gestión interna de solicitudes y planificación de vuelos con drones, que permite una mejor organización de las operaciones y la posibilidad de registrar las áreas sobrevoladas y los productos generados, conformando una biblioteca de ortomosaicos, índices multiespectrales, modelos digitales de elevación y de terreno, curvas de nivel y material multimedia a disposición de las dependencias de la Secretaría, cubriendo diversas necesidades: análisis del comportamiento

de vegetación, control y fiscalización ambiental, estudios preliminares y monitoreo de obras, relevamientos topográficos.

La última actualización del sistema web fue la incorporación de un módulo de reportes con filtros dinámicos y un visor de mapas para visualizar zonas cubiertas por vuelos y consultar información asociada. El almacenamiento físico de estos productos y de la plataforma web se encuentra en los servidores de la Secretaría de Producción, con acceso *online*.

En los últimos años este servicio se incorporó en proyectos colaborativos de la Secretaría con nodos de la IDET, como ser INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) Famaillá (estudios forestales y análisis de plagas en cultivos), Instituto de Estudios Geográficos de la Facultad de Filosofía y Letras – UNT (estudio de cultivo de vid), y la Dirección Provincial de Defensa Civil (detección de posibles focos de incendios en tiempo real). Este es el único organismo en la provincia que ofrece este tipo de servicio de manera gratuita mediante convenios, con el objetivo de fortalecer la articulación de trabajo de cooperación entre distintos organismos provinciales.

Por último, se destaca que los productos obtenidos en los vuelos proporcionan un alto nivel de resolución espacial, lo que favorece la elaboración de cartografía más precisa y actualizada, especialmente de áreas de cultivos, caminos terciarios, canales de riego, etc.. Esta información se comparte y publica a través de geoservicios WMS (*Web Map Service*) y WFS (*Web Feature Service*) proporcionados por RIDES en su geoportal https://rides.produccionTucuman.gob.ar y en la página web oficial de la IDET.

METODOLOGÍA

El sistema fue desarrollado con los lenguajes PHP (*Hypertext Preprocessor*) y JavaScript; el nuevo visor de áreas sobrevoladas de la provincia está basado en Argenmap, el cual es un visor de mapas basado en *Leaflet* desarrollado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y de licencia libre. Argenmap permite mostrar mapas base, capas temáticas desde servicios WMS y WMTS (*Web Map Tile Service*), consultar sus datos y agregar extensiones. Además, dispone de diversas herramientas de dibujo y de cálculos de áreas y distancias, entre otras.

El procedimiento establecido para su funcionamiento es el siguiente:

1° Etapa
Solicitud del Servicio

Para realizar una solicitud de vuelo se debe acceder a la plataforma con usuario y contraseña, generado y proporcionado por RIDES. Una vez logueado en el sistema, el solicitante debe completar un formulario web en el que debe indicar la repartición que requiere el servicio, datos de contacto, rango de fechas posibles para realizar los vuelos y digitalizar el área de interés a ser sobrevolada. Por último, es necesario una breve

descripción de cuáles son los productos finales que el solicitante desea obtener con el vuelo y seleccionar el proyecto o iniciativa en el cual se enmarca dicha operación (Figuras 1 y 2).



Figura 1. Página de inicio al Sistema de Gestión.
Fuente: elaboración propia (2025).

2° Etapa
Planificación en gabinete

Una vez recibida la solicitud, se realiza un análisis del pedido. Se evalúan los objetivos de la actividad, disponibilidad de los pilotos, condiciones climáticas del rango de fechas propuestas (nubosidad, temperatura, vientos, probabilidad de precipitación) y la necesidad de incorporar o no puntos de control en el terreno, dependiendo de la finalidad de los vuelos. Una vez determinados estos parámetros, un miembro del equipo se contacta con el solicitante para coordinar la actividad, ya que los recursos de movilidad y logística son responsabilidad exclusiva del solicitante de la operación.

3° Etapa
Procesamiento y Entrega de Productos

Luego de realizar la operación en campo, se registra en el sistema de gestión los siguientes datos:

- Responsable de la actividad (piloto).
- Fecha en que se realizó el vuelo.

• Tipo de servicio (análisis del comportamiento de vegetación, cobertura institucional, control y fiscalización ambiental, estudios preliminares y monitoreo de obras, recursos multimedia, relevamiento topográfico).

• Equipo utilizado (Disco Parrot, Phantom 4, Mavic 3M).

• Ubicación (departamento, localidad, comuna/municipio).

• Productos generados (curvas de nivel, modelo digital de elevación, modelo digital del terreno, material multimedia de foto y/o video, imágenes en crudo, índices multiespectrales, ortomosaico).

• Fecha de entrega de los productos.

• Superficie volada en hectáreas.

• Área final cubierta.

• Productos devueltos: se refiere a situaciones en las que la repartición que solicita la operación genera un producto a partir de los recursos entregados; por ejemplo, el caso en que se haya realizado una misión de vuelo con el objetivo de actualizar la base de datos de superficie de determinado cultivo, el producto devuelto es una capa shapefile del área cultivada con datos agregados según sea el caso.

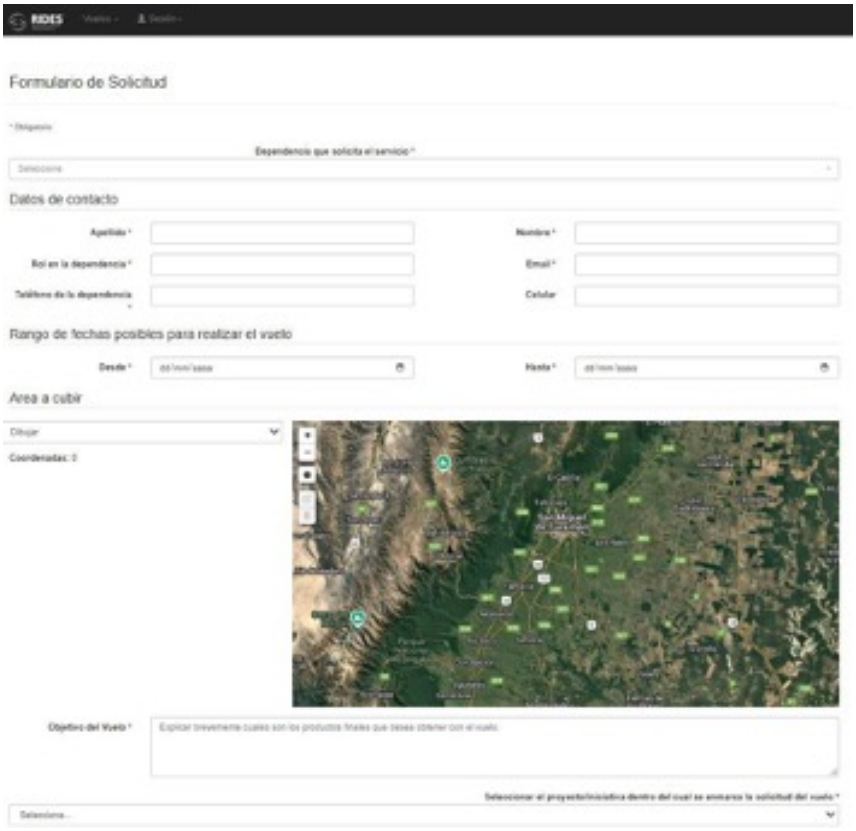


Figura 2. Formulario web de solicitud de operación VANTs
Fuente: elaboración propia (2025).

RESULTADOS

El visor geográfico de áreas sobrevoladas con drones en la provincia de Tucumán permite la rápida consulta y visualización de las zonas cubiertas y los productos generados para cada caso, ofreciendo los datos de contacto del responsable de la operación para gestionar el acceso a los datos digitales de vuelos específicos (Figuras 3 y 4). Además, el visor cuenta con capas de información temática (límites, red vial, red hídrica, etc.) provenientes de geoservicios brindados por nodos de la IDET, que suman a la consulta y análisis del contexto de las áreas sobrevoladas. Este visor, al encontrarse disponible también para los solicitantes de operaciones con VANTs, permite eficientizar recursos al contar con un banco actualizado de productos generados para cada vuelo y reutilizar la misma información para más de un proyecto, ya que en algunos casos es posible que los productos requeridos por los solicitantes ya se encuentren disponibles en la plataforma y solo necesita contactarse con el responsable.

Por último, se destaca que año a año se incrementa la cantidad de solicitudes del servicio, alcanzando en la actualidad más de 3.500 ha sobrevoladas en la provincia.



Figura 3. Visor de vuelos VANTs
Fuente: elaboración propia (2025).

CONCLUSIONES

El desarrollo de una herramienta digital que permita la planificación de operaciones de vuelos con drones e integre en un único repositorio los productos resultantes de los mismos, fue de suma importancia para la organización del servicio provisto por RIDES. A través de esta plataforma no solo se mejoró la calidad del servicio, sino que facilitó la generación de datos estadísticos, la elaboración de consultas complejas aplicando filtros dinámicos y por sobre todo, poner al alcance del personal de la Secretaría una nueva prestación basada en tecnología de punta que permite recolectar información de manera rápida y precisa del territorio con alta resolución espacial.



Figura 4. Visor de vuelos VANTs
Fuente: elaboración propia (2025).

FINANCIAMIENTO

El análisis, diseño y desarrollo de la herramienta digital se llevó a cabo con personal de RIDES, perteneciente a la Secretaría de Estado de Producción del Ministerio de Economía y Producción, por lo que sólo hubo participación de fondos provinciales.

Desarrollo de herramientas de monitoreo automatizado de atributos del Catálogo de Objetos Geográficos de IDERA

Development of Automated Monitoring Tools for the Attributes of IDERA's Geographic Object Catalogue

Desenvolvimento de Ferramentas de Monitoramento Automatizado dos Atributos do Catálogo de Objetos Geográficos da IDERA

Luis Reynoso[*1]

1 Facultad de Informática, Universidad Nacional del Comahue; Dirección Provincial de Catastro e Información Territorial, Subsecretaría de Ingresos Públicos, Ministerio de Economía de la Provincia del Neuquén.
**: luis.reynoso@fi.uncoma.edu.ar*

Resumen: Entre las prioridades de UN-GGIM (*United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management*) se destaca la provisión de datos geoespaciales fiables y normalizados, fundamentales para evaluar el progreso hacia los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En este marco, contar con un catálogo estructurado de objetos geográficos es clave, ya que garantiza procesos adecuados de producción de información, mejora la validación de su calidad, promueve la uniformidad de las bases de datos y facilita el intercambio entre organismos. Esta normalización resulta esencial para el desarrollo de infraestructuras de datos espaciales, al favorecer la interoperabilidad entre plataformas y el uso de un vocabulario común.

En este contexto, la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA) ha avanzado en la creación de su propio catálogo de objetos geográficos. La presente ponencia expone el desarrollo de dos herramientas que permiten analizar cómo diferentes organismos modelan fenómenos geográficos a partir de los datos que publican. La primera

herramienta consiste en la ampliación de los tableros jurisdiccionales WFS (*Web Feature Service*) para identificar los nombres de atributos y sus tipos de datos en las capas disponibles vía geoservicios WFS, facilitando así su análisis estructural. La segunda herramienta es un tablero del Catálogo de Objetos Geográficos que vincula tipos de fenómenos geográficos con las implementaciones de distintos organismos, permitiendo evaluar el grado de adopción del modelo propuesto por IDERA.
Se describen también las tecnologías empleadas en su desarrollo y las mejoras implementadas. Estas soluciones permitirán avanzar en el monitoreo del uso del catálogo de IDERA y en la identificación de atributos en implementaciones concretas.

Palabras Clave: *datos fundamentales, atributos, geoservicios WFS, catálogo de objetos geográficos, monitoreo.*

Abstract: Among the priorities of UN-GGIM (United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management) is the provision of reliable and standardized geospatial data, essential for assessing progress toward the Sustainable Development Goals (SDGs). Within this framework, maintaining a structured catalogue of geographic objects is crucial, as it ensures appropriate information production processes, enhances quality validation, promotes database consistency, and facilitates institutional data exchange. This standardization is fundamental to the development of spatial data infrastructures, as it fosters interoperability between platforms and supports the use of a common vocabulary.
In this context, the Spatial Data Infrastructure of the Argentine Republic (IDERA) has made significant progress in developing its own Geographic Object Catalogue. This paper presents the development of two tools that analyze how different institutions model geographic phenomena based on the datasets they publish. The first tool expands the jurisdictional WFS (Web Feature Service) dashboards to identify attribute names and data types in WFS layers, enabling structural analysis. The second tool is a Catalogue Dashboard that links geographic feature types with their institutional implementations, allowing for the evaluation of the adoption level of IDERA's proposed model.
The paper also describes the technologies used and the improvements implemented during development. These solutions will contribute to monitoring the use of the IDERA catalogue and identifying attribute patterns in concrete implementations.

Keywords: *fundamental data, attributes, WFS geoservices, geographic object catalogue, monitoring.*

Resumo: Entre as prioridades do UN-GGIM (Comitê de Especialistas das Nações Unidas sobre Gestão Global da Informação Geoespacial) destaca-se a provisão de dados geoespaciais confiáveis e padronizados, fundamentais para avaliar o progresso em direção aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Nesse contexto, dispor de um catálogo estruturado de objetos geográficos é essencial, pois garante processos adequados de produção da informação, aprimora a validação da qualidade, promove a uniformidade das bases de dados e facilita a troca entre instituições. Essa normalização é indispensável para o desenvolvimento de infraestruturas de dados espaciais, favorecendo a interoperabilidade entre plataformas e o uso de um vocabulário comum.
Nesse marco, a Infraestrutura de Dados Espaciais da República Argentina (IDERA) avançou na criação de seu próprio Catálogo de Objetos Geográficos. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de duas ferramentas que analisam como diferentes organismos modelam fenômenos geográficos a partir dos dados que publicam. A primeira ferramenta amplia os painéis jurisdicionais WFS (Web Feature Service) para identificar nomes de atributos e tipos de dados nas camadas disponíveis via geosserviços WFS, facilitando sua análise estrutural. A segunda ferramenta consiste em um Painel do Catálogo de Objetos Geográficos que relaciona tipos de fenômenos geográficos com as implementações de diferentes instituições, permitindo avaliar o grau de adoção do modelo proposto pela IDERA.
O texto também descreve as tecnologias empregadas e as melhorias implementadas no desenvolvimento. Essas soluções permitirão avançar no monitoramento do uso do catálogo da IDERA e na identificação de atributos em implementações concretas.

Palavras-chave: *dados fundamentais, atributos, geosserviços WFS, catálogo de objetos geográficos, monitoramento.*

INTRODUCCIÓN

Definir un catálogo de objetos geoespaciales es crucial porque establece un marco común para la descripción, identificación y manejo de datos geoespaciales. Un catálogo estandariza los tipos de entidades geoespaciales (como carreteras, ríos, edificios) y sus atributos, lo que facilita la interoperabilidad entre diferentes organismos, regiones y países. Esto es esencial para mejorar la coordinación en proyectos de infraestructura, gestión de recursos naturales, y respuesta a emergencias (entre otros).

El artículo 6 de la Directiva del 2007/2/CE del Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea (2007) indica que las infraestructuras de información espacial

> *deben concebirse de forma que se garantice el almacenamiento, disponibilidad y mantenimiento de datos espaciales al nivel más adecuado; que sea posible combinar, de forma coherente, datos espaciales de diversas fuentes en toda la Comunidad, y puedan ser compartidos entre distintos usuarios y aplicaciones; que sea posible que los datos espaciales*

> *recogidos a un determinado nivel de la autoridad pública sean compartidos con otras autoridades públicas (p. 2).*

Este artículo del parlamento europeo es fundamental para comprender la importancia de la integración de la información geoespacial, donde la misma se da gracias a emplear estándares internacionales y sistemas de referencia de coordenadas comunes, y por sobre todo, a que los organismos diseñen la información geoespacial de los fenómenos, empleando una normalización y catalogación común.

Un tablero sobre cómo está siendo empleado el catálogo de IDERA permitirá identificar:

(1) qué *fenómenos* de cada capa de todos los geoservicios WFS están asociados a qué Objetos Geoespaciales y qué organismo adhieren al Catálogo de Objetos Geográficos (COG). Los OG (Objetos Geoespaciales) son implementados gracias a la gestión de distintos niveles de autoridades jurisdiccionales). También será posible identificar

(2) cuáles OG son parte de un conjunto denominado datos *básicos y fundamentales*, y

(3) qué capas emplean el conjunto mínimo de atributos requerido por el catálogo y los tipos de datos empleados (esto se puede determinar en forma automatizada).

Estas estructuras mínimas de la IG (Información Geográfica) permiten la integración de la información geoespacial de la República Argentina.

La relación entre el catálogo y las estructuras o diseños de tablas o *features* es directa: el catálogo define qué objetos y atributos deben ser representados en los datos, mientras que las tablas/*features* implementan estos objetos de manera estructurada en sus sistemas de información geográfica (SIG) y en los features asociados a los servicios que proveen. Las columnas de una tabla (*features*) correspondiente a un fenómeno incluido en el COG debería contener los atributos definidos en el catálogo. Sin embargo, el proceso de normalizar y adherir al catálogo es costoso y se requiere mayor difusión en su utilidad para lograr que todos adecuen las estructuras de datos asociadas a las capas de información. Esto permitirá asegurar que los datos sean coherentes y puedan integrarse y analizarse fácilmente a diferentes escalas y plataformas de software.

Un catálogo bien definido no sólo permite que los datos sean comprensibles e integrables sino también garantiza la consistencia en su representación dentro de las bases de datos y sistemas geoespaciales. El tablero de información sobre el catálogo de IDERA permite visibilizar el trabajo sobre el catálogo en sí (Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina. Grupo de Trabajo Información Geoespacial [IDERA. GTIG], 2023a) desarrollado por el Grupo Técnico de Trabajo de Información Geoespacial, y el enorme esfuerzo de organismos de distintas jurisdicciones que han normalizado sus datos de acuerdo al Catálogo.

La información geoespacial crece con el tiempo, esto mismo se refleja en los tableros WFS, y también crecerá la correcta estructuración de los datos de acuerdo al catálogo

de Objetos Geoespaciales de IDERA, y al catálogo de Datos Básicos y Fundamentales (un subconjunto del anterior, núcleo imprescindible de aquellos fenómenos).

La presente ponencia se estructura de la siguiente manera: la próxima sección describe normas internacionales y conceptos vinculados al presente trabajo; la sección posterior detalla metodología, tecnología y la recolección de datos empleada para producir el tablero; la sección siguiente detalla los resultados obtenidos: tanto el tablero COG como las modificaciones implementadas en tableros jurisdiccionales WFS y la sección final incluye conclusiones, agradecimientos y referencias bibliográficas.

NORMAS INTERNACIONALES: FENÓMENOS, ATRIBUTOS Y TIPOS

El desarrollo de catálogos de objetos geográficos no puede entenderse sin referencia a los estándares internacionales que los fundamentan. Tal como se ha planteado en la introducción, un catálogo no solo permite organizar y clasificar la información geoespacial en forma coherente, sino que habilita la interoperabilidad entre plataformas, organismos y escalas territoriales. Esta interoperabilidad se potencia aún más al alinear el catálogo con normativas de alcance global, que promueven la calidad, reutilización y coherencia de los datos.

En ese sentido, organismos como UN-GGIM y normas como la ISO 19110 enfatizan la necesidad de contar con catálogos estandarizados de objetos geográficos, que permitan armonizar los datos recolectados a nivel nacional e internacional. Tal como señala el Instituto Geográfico Nacional de España (s.f.), uno de los primeros requerimientos definidos por UN-GGIM es la provisión de datos geoespaciales confiables, armonizables y utilizables para monitorear y administrar el desarrollo sostenible. Tal como plantea Goodchild (2007), la creciente producción y diseminación de datos geoespaciales, tanto por organismos oficiales como por actores voluntarios, demanda esquemas de organización y estandarización robustos que garanticen su interoperabilidad y utilidad. En este contexto, el Catálogo de Objetos Geográficos de IDERA se alinea con esta necesidad al proponer una estructura formalizada para describir fenómenos geográficos, contribuyendo así a una gobernanza de datos espaciales más efectiva y accesible.

Desde esta perspectiva, un Catálogo de Objetos Geográficos no es meramente una colección de nombres o clases de fenómenos, sino una estructura formal basada en la abstracción de la realidad geográfica. Según el Grupo Técnico de Trabajo de Información Geoespacial (Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina. Grupo de Trabajo Información Geoespacial [IDERA. GTIG], 2023b), un catálogo bien definido permite bases de datos homogéneas, mejora la producción de información geográfica, y favorece el intercambio a cualquier escala, fortaleciendo así las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE).

A nivel técnico, la ISO 19110 establece que un objeto geográfico se define por su localización y sus atributos asociados. Cada atributo debe tener un nombre, tipo de datos y dominio de valores, lo que asegura la claridad semántica y la interoperabilidad entre

bases de datos. Además, las definiciones deben estar expresadas en lenguaje natural, para ser comprensibles y auditables por distintos actores institucionales y técnicos. El Instituto Geográfico Nacional de Argentina ha sintetizado la norma ISO 19110 en un documento accesible para organismos técnicos e institucionales (Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina. Grupo de Trabajo Marco Institucional, 2015a). Asimismo, su catálogo nacional de objetos geográficos ha servido como referencia para complementar los trabajos de IDERA (IDERA. GTIG, 2015b).

Esta normalización se vuelve crucial para evaluar la calidad de los datos, diseñar procesos de verificación, y asegurar que tanto proveedores como usuarios comprendan de manera común los fenómenos representados. Como lo sintetiza el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (2013), sin una interpretación compartida de los datos, los usuarios no pueden juzgar adecuadamente su aplicabilidad para distintos fines.

Por ello, el trabajo sobre el Catálogo de IDERA y su implementación mediante herramientas de monitoreo —como los tableros— no puede desvincularse de estos marcos normativos. El alineamiento con estándares internacionales permite que el avance nacional en materia de catalogación se inserte en una visión más amplia de gobernanza de la información geoespacial.

La utilidad de catálogos estructurados no se limita a facilitar el acceso a los datos, sino que también fortalece su gobernanza a nivel nacional. Como lo indica la United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management (2018), un marco integrado de información geoespacial permite mejorar la toma de decisiones basadas en evidencia, al articular los elementos técnicos, institucionales y normativos necesarios para su aprovechamiento. De este modo, herramientas como el tablero COG de IDERA no solo operan como sistemas técnicos de monitoreo, sino como componentes estratégicos de una infraestructura nacional de datos espaciales.

Para garantizar la sustentabilidad de las infraestructuras de datos espaciales, es fundamental establecer mecanismos de articulación entre diferentes niveles de gobierno. Rajabifard et al. (2000) proponen un modelo piramidal donde los catálogos y metadatos locales se integran progresivamente en sistemas regionales y globales. Este enfoque justifica la importancia de tableros como el de IDERA, que visibilizan cómo las capas publicadas por organismos subnacionales se relacionan con estándares nacionales, promoviendo una gobernanza distribuida pero armonizada.

METODOLOGIA, TECNOLOGIA Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Se generó un proceso automatizado, implementado en lenguaje R en R Studio y el paquete sf, para recorrer todas las capas (*features*) asociados a geoservicios WFS de todas las jurisdicciones con el fin de: (1) obtener atributos y tipos de datos de cada atributo, (2) reconocer que capas contienen atributos cuyos nombres son iguales a alguno de los atributos definidos en el catálogo de Objetos Geoespaciales (COG) de IDERA. Los acrónimos de los atributos buscados son:

atributos_buscados <- c("ACD", "ADR", "ADN", "AEL", "AER", "AI1", "AM1", "AM2", "AMG", "ANA", "ARA", "ARM", "ARL", "AZI", "BA1", "BAR", "BCP", "BDA", "BSC", "CA1", "CA3", "CAA", "CAM", "CAO", "CAT", "CAU", "CAZ", "CBI", "CCA", "CDE", "CEA", "CDM", "CDV", "CE1", "CE2", "CEM", "CEN", "CEU", "CEO", "CER", "CFN", "CIC", "CIF", "CIR", "CLC", "CMU", "CO1", "COO", "COZ", "CPR", "CPV", "CRO", "CRV", "CU1", "CUE", "CVC", "DCT", "DEN", "DMA", "DRE", "DSP", "DTE", "DTS", "EGL", "EMP", "EQD", "EPG", "ESI", "ETB", "ETD", "ETR", "FAA", "FDD", "FDI", "FEO", "FNA", "FRI", "FUC", "FUN", "GDD", "GES", "GNA", "GSF", "HCT", "HQC", "HYP", "IDA", "IDB", "IDC", "IDI", "IDR", "IED", "IEM", "IFG", "IFH", "IFN", "IKO", "ILO", "IPS", "ISIC","ITA", "LAG", "LAM", "LAS", "LGR", "LOC", "LOM", "LOS", "LTN", "LZN", "MCC", "MDE", "MDF", "MER", "MES", "MO1", "MO2", "MRG", "MSL", "NAM", "NEN", "NEX", "NFC", "NMB", "NMP", "NOT", "OBS", "OCF", "ODN", "OFI", "PAA", "PAL", "PDA", "PLA", "PCT", "PA1", "PA2", "PA3", "PDT", "PIP","PPC", "PPO", "PRE", "PR1", "PR2", "PR3", "PRG", "PSG", "RAL", "RFA", "RGC", "RIC", "RNI", "RST", "RTP", "RTN", "RUV", "RZN", "SAG", "SBZ", "SDI", "SDP", "SEZ", "SI1", "SIN", "SIR", "SMC", "SPP", "SSA", "SWT", "TA1", "TAP", "TAT", "TBA", "TBO", "TC1", "TCC", "TCD", "TCI", "TCP", "TCU", "TDD", "TDI", "TDL", "TDP", "TDU", "TE1", "TEM", "TEN", "TES", "TEU", "TGG", "TGO", "THH", "TJU", "TLC", "TLG", "TLQ", "TP1", "TPA", "TPE", "TPL", "TRO", "TSE", "TSN", "TTR", "TUP", "TVA", "TVC", "TVN", "TYA", "TYM", "TYP", "TZ1", "TZZ", "UDR", "UDS", "ULV", "VDA", "VDI", "VFQ", "VLJ", "VLP", "VOA", "WSC", "ZNM")

Asociación Feature-OG

Una vez obtenido este listado de capas o *features* que contienen al menos un atributo de los buscados, se realizó una tarea de vinculación de *features* al código OG a partir de la siguiente planilla *gsheets*:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Qv2sALm9zzf7oQcU0_ITKCXS0v6IrZ5I/edit?usp=sharing&ouid=113721540804108566811&rtpof=true&sd=true

La asociación *feature-OG* debe ser revisada cuidadosamente. La asociación inicial pretende ser una contribución a dicha propuesta de trabajo.

El proceso de búsqueda automatizada de atributos podrá ejecutarse con cierta periodicidad, con el fin de detectar nuevos *features* y/o nuevos atributos de interés para el catálogo.

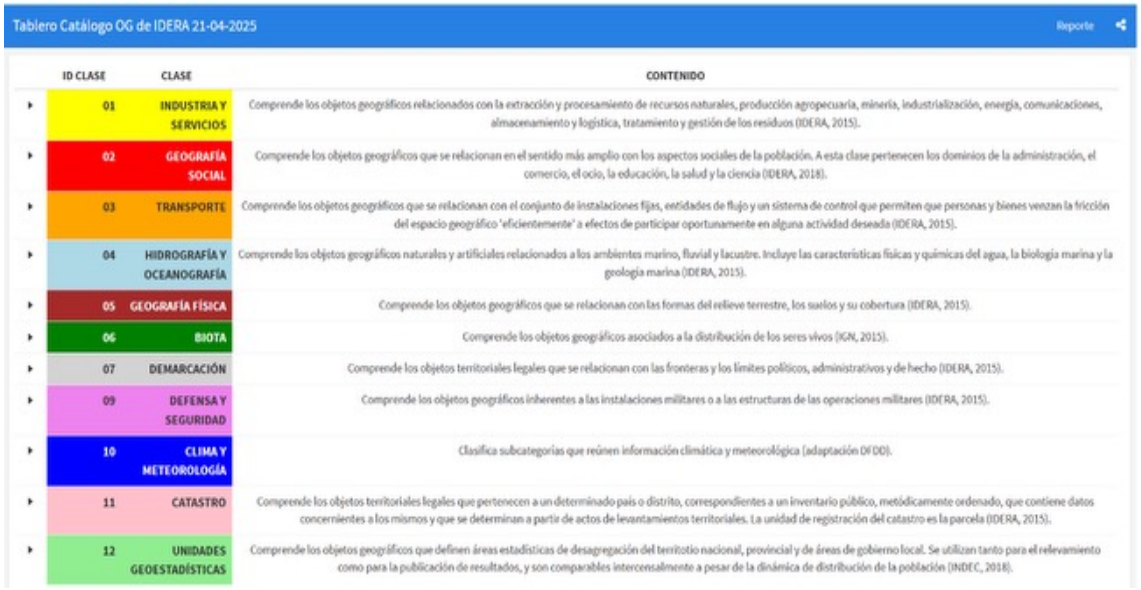
RESULTADOS

El tablero de COG

El tablero asociado al Catálogo se puede acceder en:

https://opendata.fi.uncoma.edu.ar/IDERA/TableroCatalogoOG_IDERA.html

Al abrir el tablero lo primero que se visualiza son las clases del catálogo (ver Figura 1) en una tabla reactiva. El tablero permite visualizar la estructura jerárquica del catálogo de IDERA, compuesta por clases, subclases, objetos geoespaciales y atributos, de acuerdo con la especificación técnica publicada por IDERA-GTIG (2023a y 2023b).



ID CLASE	CLASE	CONTENIDO
01	INDUSTRIA Y SERVICIOS	Comprende los objetos geográficos relacionados con la extracción y procesamiento de recursos naturales, producción agropecuaria, minería, industrialización, energía, comunicaciones, almacenamiento y logística, tratamiento y gestión de los residuos (IDERA, 2015).
02	GEOGRAFÍA SOCIAL	Comprende los objetos geográficos que se relacionan en el sentido más amplio con los aspectos sociales de la población. A esta clase pertenecen los dominios de la administración, el comercio, el ocio, la educación, la salud y la ciencia (IDERA, 2018).
03	TRANSPORTE	Comprende los objetos geográficos que se relacionan con el conjunto de instalaciones fijas, entidades de flujo y un sistema de control que permiten que personas y bienes venzan la fricción del espacio geográfico 'eficientemente' a efectos de participar oportunamente en alguna actividad deseada (IDERA, 2015).
04	HIDROGRAFÍA Y OCEANOGRAFÍA	Comprende los objetos geográficos naturales y artificiales relacionados a los ambientes marino, fluvial y lacustre. Incluye las características físicas y químicas del agua, la biología marina y la geología marina (IDERA, 2015).
05	GEOGRAFÍA FÍSICA	Comprende los objetos geográficos que se relacionan con las formas del relieve terrestre, los suelos y su cobertura (IDERA, 2015).
06	BIOTA	Comprende los objetos geográficos asociados a la distribución de los seres vivos (IGN, 2015).
07	DEMARCACIÓN	Comprende los objetos territoriales legales que se relacionan con las fronteras y los límites políticos, administrativos y de hecho (IDERA, 2015).
09	DEFENSA Y SEGURIDAD	Comprende los objetos geográficos inherentes a las instalaciones militares o a las estructuras de las operaciones militares (IDERA, 2015).
10	CLIMA Y METEOROLOGÍA	Clasifica subcategorías que reúnen información climática y meteorológica (adaptación DFDD).
11	CATASTRO	Comprende los objetos territoriales legales que pertenecen a un determinado país o distrito, correspondientes a un inventario público, metódicamente ordenado, que contiene datos concernientes a los mismos y que se determinan a partir de actos de levantamientos territoriales. La unidad de registración del catastro es la parcela (IDERA, 2015).
12	UNIDADES GEOESTADÍSTICAS	Comprende los objetos geográficos que definen áreas estadísticas de desagregación del territotio nacional, provincial y de áreas de gobierno local. Se utilizan tanto para el relevamiento como para la publicación de resultados, y son comparables intercensalmente a pesar de la dinámica de distribución de la población (INDEC, 2018).

Figura 1. Clases del COG de IDERA en el Catálogo

El tablero en sí se compone de tres tablas reactivas combinadas. La tabla reactiva principal permite acceder al catálogo por *clases*, luego por *subclases* de cada clase y finalmente por OG de cada subclase. El tablero permite mostrar la siguiente información de cada elemento:

• Clases: identificación de la clase, nombre de la clase, y descripción de la clase según catálogo. Cada clase utiliza y preserva los mismos colores que el COG. La identificación (id) de la clase se compone de dos dígitos.

• Subclases: identificación de la subclase, nombre de la subclase, y descripción de la subclase según catálogo. La identificación de la subclase se compone de cuatro dígitos, donde los dos primeros se corresponden con la clase a la cual pertenece la subclase, y los dos últimos distinguen la subclase dentro de la clase.

• Objeto Geoespacial: identificación del OG, ícono, Nombre, definición según catálogo, tipo de geometría y un indicador (SI-NO) que indica si el OG es parte del catálogo de Datos Básicos y Fundamentales (DByF) de IDERA. Los objetos geográficos que forman parte del conjunto DByF están claramente identificados en el catálogo, conforme a la documentación técnica elaborada por el IDERA-GTIG (2023a).

De cada OG se incluye:

• Tabla de Atributos del OG: código del atributo, denominación, tipo de dato del atributo, si incluye dominio de valores (SI-NO) y definición. Si el atributo tiene definido el dominio entonces es posible visualizar el Dominio de valores del mismo, siempre que el dominio esté definido en el catálogo. Incluye sus valores posibles (etiqueta), descripción y observaciones para cada valor en el dominio.

• Tabla de Features de WFS que representa al OG con los siguientes datos:

Jurisdicción a la cual pertenece el feature asociado al OG.

Fuente de IG: En este caso muestra el nombre de Organismo para jurisdicciones nacionales y provinciales, el nombre de la universidad para la jurisdicción Universidad, ó el nombre del municipio para la jurisdicción Municipios.

WFS: la url del WFS que contiene dicho feature.

Nombre capa WFS: Nombre del *feature* (o capa) del WFS. Consta de un prefijo del *namespace* de la fuente del dato, luego ":", y luego el nombre de la capa en sí.

Título capa WFS: Título del *feature* del WFS. Un nombre más largo que el nombre descriptivo del *feature* y el lugar de donde provienen los datos.

Atributos: Atributos buscados del catálogo incluidos en el *feature*. Sólo se mencionan los atributos del catálogo que se encuentran presentes en el *feature*.

El tablero desarrollado, consume la información sobre clases, subclases, OG, atributos y dominios desde planillas *gsheets*, de tal forma que sea fácil la incorporación de nuevos OG, atributos y dominios, con el transcurso del tiempo, cuando el COG implemente nuevas versiones. Estas planillas se corresponden con la planilla oficial del catálogo como fuente dinámica de datos para alimentar el tablero (IDERA. GTIG, 2023c), pero sin formatos de texto (ej. sin encabezados).

Los atributos del catálogo de DByF son un subconjunto del catálogo de OG de IDERA, en el tablero esto se marca en la columna *¿Es DByF?* del tablero, que indica con SI o NO si el OG es parte de los DByF.

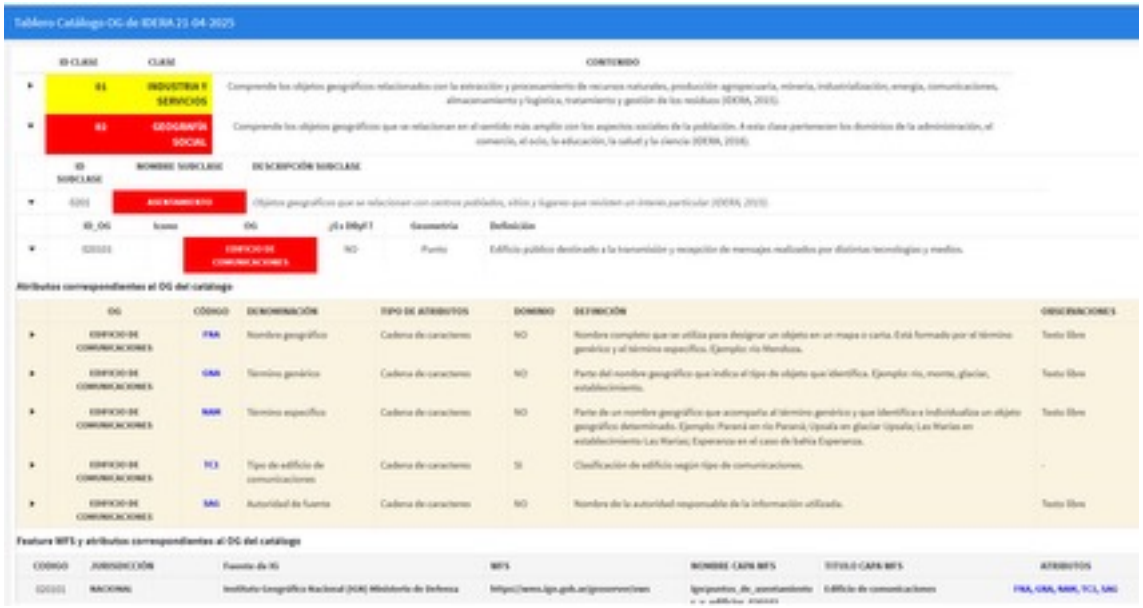


Figura 2. Ejemplo de Clase-Subclase y OG: Edificio de Comunicaciones

La Figura 2 muestra un ejemplo del tablero accediendo a las distintas tablas reactivas. El ejemplo considera la clase: GEOGRAFÍA SOCIAL, subclase: ASENTAMIENTO, objeto geográfico: EDIFICIO DE COMUNICACIONES, en la cual los atributos del catálogo son: FNA, GNA, NAM, TC1, SAG, además debajo se muestra una capa de un organismo: INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL, que cuenta con el WFS https://wms.ign.gob.ar/geoserver/ows, y un nombre de capa: ign:puntos_de_asentamientos_y_edificios_020102, y titulo de capa: Edificio de comunicaciones, cuyos atributos incluyen los requeridos por el catálogo: FNA, GNA, NAM, TC1, SAG.

Incorporación de Iconos de OG al tablero

El Grupo técnico de trabajo de Información Geoespacial de IDERA está actualmente definiendo simbología y estilos para cada OG con el fin de estandarizar su empleo en la producción de cartografía digital. El tablero muestra el *ícono* para aquellos OG para los que se ha definido el ícono (solo algunos tienen íconos asociados).

IDERA nos invita a utilizar una iconografía común para cada OG en mapas web, geoservicios WMS (*Web Map Service*), etc. La incorporación de simbología adaptable a contextos y usuarios ha sido explorada anteriormente en el marco de generación dinámica de mapas temáticos, como propone Zipf (2005) mediante el uso de SLD (*Styled Layer Descriptor*). Los iconos se pueden utilizar con componentes como *leaflet*, *folium*, etc. en mapas *web*.

Parte del trabajo futuro es documentar cómo utilizar estos iconos que se definen para los distintos OG en distintas plataformas (QGIS, *GeoNode*, ESRI, etc.) y lenguajes de programación (Python, R, Javascript, etc). La iconografía es definida por el Comité de Estilos y Simbología del GTT Información Geoespacial. Actualmente el Tablero muestra los íconos facilitados por dicho comité. El formato del estilo enviado es *png*. Como parte del trabajo futuro, se puede incorporar el *svg* (*Scalable Vector Graphics*) de estilo, e incluso poner un enlace al *sdl* (*Service Description Language File*) en github para cada OG.

Modificaciones a tableros jurisdiccionales WFS

La Figura 3 muestra un ejemplo de las modificaciones en los tableros jurisdiccionales WFS. En este caso la Figura muestra el tablero WFS de Nación para el organismo IGN, donde se visibiliza los ATRIBUTOS incluidos en el nombre de capa ign:puntos_de_asentamientos_ y_edificios_020102, título de capa: Edificio de comunicaciones. Para cada atributo se muestran entre paréntesis el tipo de dato del atributo. La última columna menciona los atributos COG encontrados en forma automatizada.

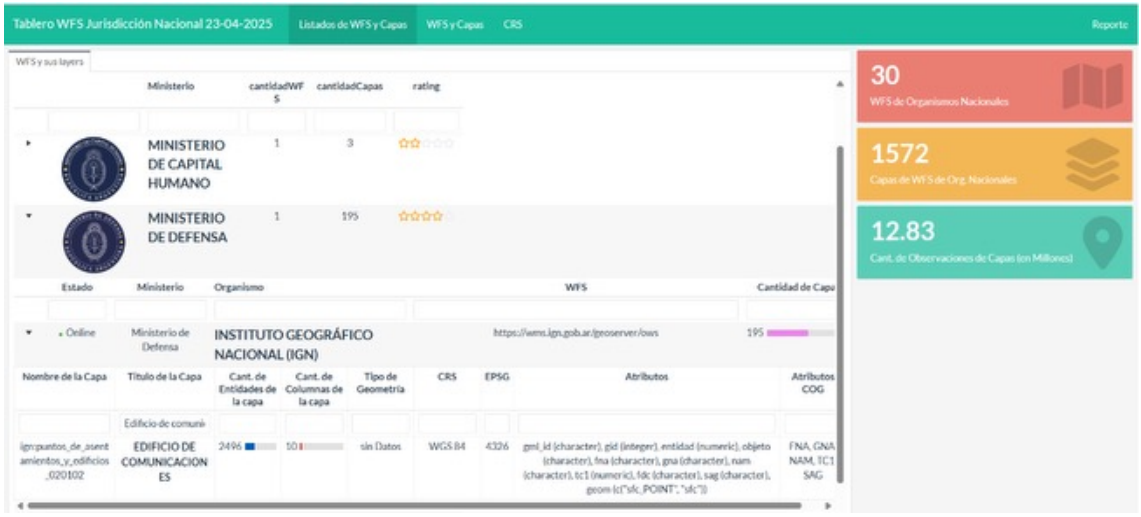


Figura 3. Modificaciones a los tableros WFS

CONCLUSIONES

El desarrollo del tablero asociado al Catálogo de Objetos Geográficos de IDERA representa un avance concreto hacia la implementación automatizada y efectiva de los estándares definidos para la información geoespacial en Argentina. Su diseño permite no sólo visualizar la estructura jerárquica del catálogo —clases, subclases, objetos geoespaciales y atributos— sino también evaluar, de forma tangible, el grado de adhesión de los distintos organismos y jurisdicciones a dicho modelo.

El tablero cumple una doble función: por un lado, facilita la comprensión y exploración del catálogo, permitiendo a usuarios técnicos e institucionales acceder a definiciones, dominios de valores e íconos estandarizados; y por otro, brinda información valiosa sobre cómo los organismos están estructurando sus capas WFS en relación con los atributos y objetos definidos en el catálogo.

Esta capacidad de monitoreo y diagnóstico, basada en procesos automatizados y visualización interactiva, se constituye como una herramienta clave para promover la normalización, la interoperabilidad y la calidad de los datos geoespaciales. Las iniciativas de normalización de IDERA se alinean con los lineamientos definidos en sus primeras publicaciones sobre interoperabilidad, acceso y uso de la información geoespacial (IDERA. GTIG, 2015a). Además, al incorporar mecanismos de actualización continua mediante fuentes abiertas (como planillas colaborativas), el tablero se proyecta como una herramienta dinámica y evolutiva, preparada para acompañar nuevas versiones del catálogo y los avances que surjan desde IDERA y sus grupos técnicos de trabajo.

La visibilidad de las capas y atributos en plataformas accesibles refuerza el papel de los *clearinghouses*[1] como nodos clave de las IDE. Como señalan Crompvoets y Bregt

1 Un clearinghouse geoespacial es un sistema o plataforma que permite localizar, acceder y en algunos casos descargar datos geográficos mediante mecanismos normalizados, usualmente a través de catálogos

(2007), los *clearinghouses* nacionales no sólo consolidan el acceso a los datos, sino que actúan como catalizadores para mejorar la calidad, consistencia y documentación de la información. En el caso del tablero COG de IDERA, su rol como interfaz abierta para analizar la implementación del catálogo lo posiciona como un verdadero motor de mejora continua y transparencia en la gestión de datos espaciales.

En suma, el tablero no sólo aporta a la gestión técnica de los datos espaciales, sino que actúa como puente entre la teoría del modelo y su aplicación práctica en el territorio nacional, fomentando un ecosistema de datos más coherente, sostenible y orientado a la toma de decisiones basadas en información de calidad. Además de su valor técnico, el tablero se inscribe en una tendencia global hacia la formalización semántica de los datos geoespaciales, una necesidad ampliamente reconocida en la literatura científica (Guarino, 1998; Bishr, 1998).

La estructura jerárquica del catálogo de IDERA, combinada con las visualizaciones interactivas que ofrece el tablero COG representa una aplicación práctica de enfoques ontológicos para mejorar la interoperabilidad de la información. Esta capacidad de representar y monitorear fenómenos de forma estructurada permite superar barreras semánticas históricas que han limitado el intercambio entre jurisdicciones y plataformas. En un contexto donde los usuarios de datos geoespaciales son cada vez más diversos, garantizar una interpretación coherente de los fenómenos representados se vuelve indispensable (Goodchild, 2007).

Por último, se destaca el valor del tablero como instrumento de sensibilización y formación. Al mostrar de manera clara qué atributos y objetos están presentes (o ausentes) en los datos publicados, brinda una base empírica para promover la adhesión al catálogo y avanzar hacia una estandarización más amplia y robusta en todos los niveles jurisdiccionales.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el proyecto de investigación: 04/F023 Tecnologías de Datos Espaciales, Visualización y Realidad Virtual, de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional del Comahue, Argentina.

REFERENCIAS

BISHR, Y. (1998). Overcoming the semantic and other barriers to GIS interoperability. *International Journal of Geographical Information Science*, 12(4), 299–314. https://doi.org/10.1080/136588198241806

de metadatos, objetos geográficos y servicios web interoperables (por ejemplo, WMS, WFS).

CROMPVOETS, J. W. H. C. (2006). *National Spatial Data Clearinghouses: Worldwide development and impact*. [Doctorado, Wageningen University]. https://www.wur.nl/en/publication-details.htm?publicationId=27df955c-884c-49ea-80dd-0b09a403101a

GOODCHILD, M. F. (2007). Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), 211–221. https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. GRUPO DE TRABAJO MARCO INSTITUCIONAL (2015a) *Lineamientos para el acceso, difusión, uso e interoperabilidad de Información Geoespacial*. https://www.idera.gob.ar/images/descargas/Lineamientos_acceso_difusion_uso_e_interoperabilidad_IG_v1-0.pdf

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. GRUPO DE TRABAJO INFORMACIÓN GEOESPACIAL (2015b) *Descripción del Diccionario y Catálogo de Objetos Del Instituto Geográfico Nacional Versión 1.0*. https://www.idera.gob.ar/images/descargas/Lineamientos_acceso_difusion_uso_e_interoperabilidad_IG_v1-0.pdf

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. GRUPO DE TRABAJO INFORMACIÓN GEOESPACIAL (2023a). *Descripción de Datos Básicos y Fundamentales V2.0*. https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/catalogo/Descripcion_DByF_V2-0_IDERA_2023.pdf

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. GRUPO DE TRABAJO INFORMACIÓN GEOESPACIAL (2023b). *Estructura del Catálogo de Objetos Geográficos V2.1*. https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/catalogo/Descripcion_Catalogo_Objetos_IDERA__V2-1_Marzo_2023.pdf

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. GRUPO DE TRABAJO INFORMACIÓN GEOESPACIAL (2023c). Catálogo de Objetos Geográficos de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina [Archivo Excel]. https://docs.google.com/spreadsheets/d/1dso8VLe2Zp0jGBkUrvaJNkZ-DxHe8ETmk/edit?gid=1221833584#gid=1221833584

GUARINO, N. (1998). Formal Ontology and Information Systems. En N. Guarino (Ed.), *Proceedings of FOIS 1998* (pp. 3–15). IOS Press

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. (s. f.). *Gestión Global de la Información Geoespacial (UN-GGIM)*. Geoportal oficial del Instituto Geográfico Nacional de España. https://www.ign.es/web/gestion-global-de-la-informacion-geoespacial

INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFÍA E HISTORIA (2013). *Guía de Normas, segunda edición en español 2013*, Comité ISO/TC 211 Información Geográfica / Geomática

PARLAMENTO EUROPEO y CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA (2007). Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de marzo de 2007 por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Euro-

pea (INSPIRE). *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 108, 1-14. https://www.boe.es/doue/2007/108/L00001-00014.pdf

RAJABIFARD, A., WILLIAMSON, I. P., HOLLAND, P., & JOHNSTONE, G. (2000). From Local to Global SDI initiatives: a pyramid building blocks. En *4th Global Spatial Data Infrastructure Conference*, Cape Town, South Africa (pp. 13-15)

UNITED NATIONS COMMITTEE OF EXPERTS ON GLOBAL GEOSPATIAL INFORMATION MANAGEMENT. (2018). *Integrated Geospatial Information Framework: Overarching Strategy* (Part 1, Second Edition). UNITED NATIONS. https://ggim.un.org/meetings/GGIM-committee/8th-Session/documents/Part%201-IGIF-Overarching-Strategic-Framework-24July2018.pdf

ZIPF, A. (2005). Using Styled Layer Descriptor (SLD) for the Dynamic Generation of User- and Context-Adaptive Mobile Maps – A Technical Framework. En: Li, K.J., Vangenot, C. (Eds) *Web and Wireless Geographical Information Systems*. W2GIS 2005. Lecture Notes in Computer Science, vol 3833. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/11599289_16

Tablero sobre geoservicios WCS: Integración de Python y R para el monitoreo automatizado de servicios geoespaciales

Dashboard on WCS Geoservices: Integration of Python and R for Automated Monitoring of Geospatial Services

Painel sobre Geosserviços WCS: Integração de Python e R para o Monitoramento Automatizado de Serviços Geoespaciais

Luis Reynoso[1]

1 Facultad de Informática, Universidad Nacional del Comahue; Dirección Provincial de Catastro e Información Territorial, Subsecretaría de Ingresos Públicos, Ministerio de Economía de la Provincia del Neuquén.
**: luis.reynoso@fi.uncoma.edu.ar*

Resumen: La Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina promueve la interoperabilidad y el acceso libre a datos geoespaciales mediante servicios normalizados. En este contexto, se desarrolló un tablero interactivo que permite visualizar y analizar el estado de los servicios WCS publicados por diversas jurisdicciones. La metodología combina la recolección automatizada de metadatos mediante *scripts* en Python con la construcción de un *dashboard* visual en R utilizando *flexdashboard* y tablas interactivas reactable. El sistema automatizado permite detectar en un momento en el tiempo el estado, inconsistencias y características técnicas de los geoservicios WCS y sus coberturas, generando una herramienta ágil de consulta para la toma de decisiones y el fortalecimiento de la infraestructura geoespacial nacional. El tablero integra datos provenientes de múltiples fuentes institucionales, enriquecidos con información derivada del análisis técnico de coberturas geoespaciales en distintos formatos.

Palabras Clave: *geoservicios WCS, coberturas, metadatos de geoservicios WCS, CRS, tableros.*

Abstract: The Spatial Data Infrastructure of the Argentine Republic (IDERA) promotes interoperability and open access to geospatial data through standardized services. Within this framework, an interactive dashboard was developed to visualize and analyze the status of WCS (Web Coverage Service) published by different jurisdictions. The methodology combines automated metadata collection using Python scripts with the construction of a visual dashboard in R, implemented through flexdashboard and reactable interactive tables. The automated system allows for real-time detection of the status, inconsistencies, and technical characteristics of WCS geoservices and their coverages, providing an agile consultation tool for decision-making and for strengthening the national geospatial infrastructure. The dashboard integrates data from multiple institutional sources, enriched with information derived from the technical analysis of geospatial coverages in various formats.

Keywords: *WCS geoservices, coverages, WCS metadata, CRS, dashboards.*

Resumo: A Infraestrutura de Dados Espaciais da República Argentina (IDERA) promove a interoperabilidade e o acesso livre a dados geoespaciais por meio de serviços padronizados. Nesse contexto, foi desenvolvido um painel interativo que permite visualizar e analisar o estado dos WCS (Web Coverage Service) publicados por diferentes jurisdições. A metodologia combina a coleta automatizada de metadados com scripts em Python e a construção de um painel visual em R, implementado com flexdashboard e tabelas interativas reactable. O sistema automatizado possibilita a detecção, em tempo real, do estado, inconsistências e características técnicas dos geosserviços WCS e de suas coberturas, constituindo uma ferramenta ágil de consulta e apoio à tomada de decisões, além de contribuir para o fortalecimento da infraestrutura geoespacial nacional. O painel integra dados provenientes de múltiplas fontes institucionais, enriquecidos com informações derivadas da análise técnica de coberturas geoespaciais em diferentes formatos.

Palavras-chave: *geosserviços WCS, coberturas, metadados de WCS, CRS, painéis.*

INTRODUCCIÓN

El acceso a información geoespacial confiable y actualizada es un pilar esencial para la planificación territorial, la gestión de recursos, la toma de decisiones públicas y el desarrollo sustentable. En un país con una diversidad geográfica y administrativa como Argentina, disponer de una infraestructura de datos espaciales (IDE) sólida y actualizada resulta crucial para articular esfuerzos interjurisdiccionales. IDERA promueve que los organismos fuente de información geoespacial (IG) difundan sus geoservicios con el fin de fortalecer el intercambio, gestión y evitar la duplicación de esfuerzos.

Uno de los geoservicios que más se está comenzando a utilizar (luego de los geoservicios WMS y WFS) es el servicio *Web Coverage Service* (WCS) o Servicio de Cobertura Web. La interfaz estándar WCS de *Open Geospacial Consortium* (OGC) proporciona una interfaz que permite realizar peticiones de cobertura geográfica a través de la web utilizando llamadas independientes de la plataforma. Las coberturas son objetos (o imágenes) en un área geográfica que pueden ser descargados, editados y analizados espacialmente, a diferencia de la interfaz WMS que devuelve solo una imagen, que los usuarios no pueden editar o analizar espacialmente.

El propósito de desarrollar un tablero sobre WCS es recopilar en forma automatizada la información más importante sobre estos geoservicios para fortalecer su conocimiento, su uso y sus metadatos (provistos en el geoservicio), para elaborar estadísticas acerca de su estado de publicación por diferentes jurisdicciones, organismos y dependencias principales en el país.

Los geoservicios OGC son cada día más utilizados, esto se puede fundamentar en el crecimiento de los mismos a través del tiempo en la República Argentina. Este es otro de los objetivos de construir tableros: poder evaluar la calidad de los goeservicios y medir su evolución en el tiempo. Por otro lado, los tableros nos permiten identificar los productores de información geoespacial primarios, para contactarlos e involucrarlos en la difusión de experiencias y las mejores prácticas empleadas.

Sin embargo, el monitoreo y evaluación continua del estado y calidad de estos servicios representa un desafío considerable. La diversidad de configuraciones dificulta una visión consolidada del ecosistema de servicios disponibles. Por ello, se desarrolló una solución técnica basada en la automatización de la recolección de metadatos de servicios WCS y su visualización mediante un tablero web interactivo. Esta estrategia permite centralizar información, detectar errores involuntarios, evaluar parámetros técnicos como el sistema de referencia (CRS), la cantidad de bandas (una banda espectral en una imagen satelital corresponde a un intervalo específico de longitudes de onda del espectro electromagnético que es registrado por un sensor remoto (Chuvieco, 1995)), los formatos soportados, y brindar una herramienta visual e interactiva para usuarios técnicos y no técnicos.

En esta ponencia describimos el estudio realizado: la sección 2 describe la hipótesis de trabajo y objetivos, la sección 3 describe la metodología empleada, la sección 4 describe los atributos recuperados de servicios WCS, la sección 5 detalla los atributos de las coberturas, la sección 6 incluye las estadísticas elaboradas hasta el momento y la sección 7 se enfoca en el proceso de recolección de datos y la implementación del tablero (*dashboard*). Finalmente, se enuncian conclusiones generales y referencias bibliográficas.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

A partir de la pregunta ¿Es viable construir un tablero interactivo utilizando R y *Python* que permita relevar, monitorear y visibilizar geoservicios WCS publicados por diversas

jurisdicciones, combinando información técnica recolectada de forma automatizada con datos institucionales proporcionados por los organismos responsables?, se establece como hipótesis de este trabajo que esta herramienta facilitará la detección de servicios inactivos y sentará las bases para una metodología escalable y adaptable a nuevas demandas.

Los principales objetivos del presente trabajo son:

- Diseñar un sistema que posibilite el seguimiento y análisis de servicios WCS distribuidos en diferentes niveles jurisdiccionales.
- Vincular los aspectos técnicos extraídos automáticamente con los datos administrativos correspondientes a cada organismo responsable.
- Presentar la información recopilada mediante una interfaz visual dinámica, comprensible y accesible.
- Identificar y reportar la inactividad o mal funcionamiento de los servicios relevados.
- Proponer un enfoque metodológico flexible que permita su reutilización y expansión en futuros proyectos.

METODOLOGÍA

Dos aspectos relevante de la metodología empleada son:

- Recolección automatizada de metadatos con *Python*: El proceso de cosecha de metadatos se realizó mediante un cuaderno de trabajo (notebook) en *Jupyter Notebook,* utilizando bibliotecas como *owslib, requests, rasterio, pandas* y *matplotlib*. Se utilizó la biblioteca *rasterio* (Gilles, 2013) para la lectura y análisis de datos ráster, permitiendo extraer dimensiones, tipos de datos y generar representaciones gráficas. La elección de estas bibliotecas se basó en su robustez, compatibilidad con servicios OGC y su flexibilidad para manipular y analizar datos geoespaciales. El uso de *Jupyter Notebook* como entorno principal de desarrollo permite documentar, ejecutar y compartir *workflows* reproducibles, lo cual ha sido destacado por Kluyver et al. (2016) como una ventaja clave en ciencia computacional abierta. *Jupyter Notebook* no solo facilita la integración de bibliotecas, sino también el mantenimiento de notebooks reproducibles, una característica que ha sido destacada en publicaciones recientes como Perkel (2018)
- Generación del Tablero html: El tablero se desarrolló utilizando lenguaje R y el entorno R Studio. La librería *reactable* de R permitió estructurar la información sobre WCS y sus coberturas y el paquete *plotly* posibilitó generar estadísticas.

GEOSERVICIO WCS

El tablero muestra información propia de los geoservicios WCS. Los *metadatos* que contiene el tablero sobre los geoservicios WCS en sí, se indican a continuación (algunos de ellos son explicados en detalle en una subsección cuando la descripción es más extensa):

- Url del Geoservicio WCS: La dirección url del geoservicio.
- Organismo: El nombre del organismo que publica el geoservicio.
- Dependencia: El nombre del ministerio, provincia ó universidad, del cual depende el organismo.
- Jurisdicción: La jurisdicción a la cual depende el organismo, puede ser esta: Nación, Provincia, Municipio, Universidad o Privado.
- Cantidad de coberturas: Debido a que cada WCS contiene al menos una o más coberturas, el tablero muestra este *indicador de tamaño* del WCS.
- Estado: El estado en el cual se encontraba el WCS una vez ejecutado el proceso de generación del tablero WCS. Respecto de los valores admisibles de este atributo, este asume uno de dos valores: *online* si está en línea, *offline* en otro caso.
- Proveedor: Nombre del Proveedor del gesosevicio. Esta información está presente como metadato en el geoservicio WCS. Algunos WCS han dejado este dato incompleto.
- Tipo: El tipo de geoservicio, por lo general el valor es: urn:ogc:service:wcs
- Versión: La versión del geoservicios WCS de OGC implementada.

Operaciones

No todos los servicios WCS tienen habilitadas todas las operaciones que se definen en el estándar WCS. La disponibilidad de operaciones puede variar según la implementación del servicio y cómo esté configurado.

- *GetCapabilities*: Proporciona información sobre los servicios, sus metadatos y coberturas disponibles.
- *GetCoverage*: Recupera datos de cobertura en el formato solicitado.
- *DescribeCoverage*: Ofrece una descripción detallada de las coberturas disponibles, incluyendo metadatos y estructura.
- *Operaciones Opcionales*: Algunos servicios pueden implementar operaciones adicionales o personalizadas basadas en las necesidades del usuario o especificaciones del proveedor.

El proveedor del servicio puede no habilitar ciertas operaciones por razones de se-

guridad, rendimiento o simplemente porque no son necesarias para los usuarios del servicio.

Versiones del Estándar

La versión del estándar WCS implementada en el servicio puede influir en las operaciones disponibles. Por ejemplo, WCS 1.0.0 puede no tener algunas operaciones que están disponibles en versiones posteriores como WCS 1.1.0 o WCS 2.0.1.

Implementación del Proveedor:

Cada proveedor puede elegir qué operaciones implementar en su servicio WCS. No todos los servicios implementan todas las operaciones del estándar.

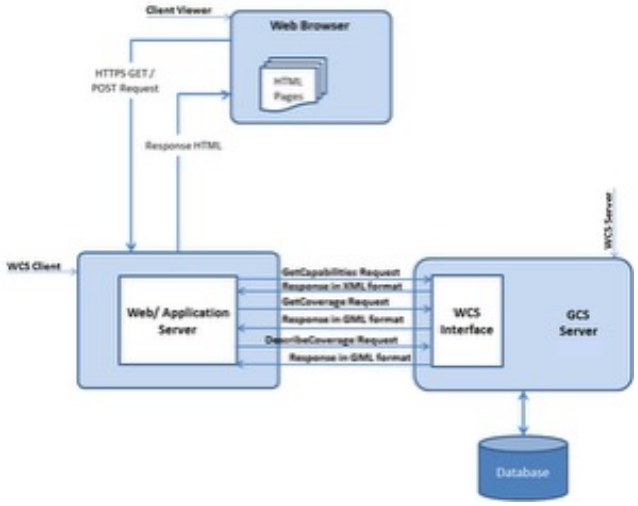


Figura 1. Operaciones de Geoservicos WCS
Fuente: https://securewatchdocs.maxar.com/zh-cn/Miscellaneous/DevGuides/WCS/WCS_Coverage.htm

COBERTURAS

Una cobertura es

> *la cubierta (bio)física observable de la superficie terrestre, como la vegetación natural (arbórea, arbustiva, herbácea), suelo desnudo, rocas, agua, y elementos antrópicos de la actividad humana (cultivos, infraestructuras, edificios, etc.) (Di Gregorio, 2005).*

Además de la definición de Di Gregorio (2005), se retoman aquí los enfoques de Latham et al. (2002) sobre metodologías integradas para la clasificación y mapeo de cobertura del suelo, particularmente en contextos de análisis multiescala. La calidad de las coberturas depende de múltiples factores, incluyendo la resolución espacial y la coherencia temática. Estudios como el de Aune-Lundberg y Strand (2021) han analizado la precisión temática de conjuntos como CORINE Land Cover, evidenciando limita-

ciones y oportunidades de mejora.

Cada cobertura de cada WCS es descripta en base a los siguientes atributos:

- *Coverage_ID*: la identificación de la cobertura.
- *Native_SRS*: el CRS de la cobertura
- Envolvente: representa las coordenadas (caja) que encierran la cobertura.
- Ancho: Ancho de la cobertura.
- Alto: alto de la cobertura.
- CRS: El sistema de referencia de coordenadas o CRS en inglés (Coordinate Reference System)
- *Dtype*: el tipo de dato de la celda.
- Tamaño: Obtenido como Ancho x Alto.

Dimensión

Las dimensiones se refieren a los ejes de coordenadas que definen la cobertura. Las dimensiones pueden asumir valor 2, 3, 4, etc. Las dimensiones comunes incluyen x (longitud), y (latitud) en el caso de coberturas cuya dimensión es 2 (es decir 2D). Otras incluyen z (elevación o profundidad), ejemplo si la dimensión es 3. Además, algunas coberturas pueden tener una dimensión temporal (time). Las dimensiones describen el espacio en el que los datos están distribuidos, pero no especifican el contenido de las bandas.

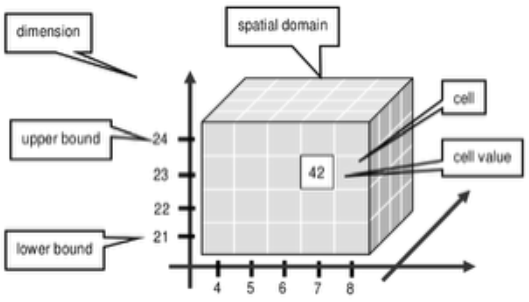


Figura 2

Fuente: https://inspire.rasdaman.org/apps/jupyter-notebook/app/index.html

Cantidad de Bandas

Este es un dato importante, en el tablero podemos observar que muchas de las coberturas tienen solo una banda, en cambio algunas coberturas de Tucumán, si cuentan

con más de una banda, lo cual permite realizar estudios más complejos con datos primarios de las imágenes.

Formatos Soportados

Un ejemplo de la extracción de los formatos soportados por la cobertura es:

['application/gml+xml', 'application/x-gzip', 'image/jpeg', 'image/png', 'image/tiff', 'image/tiff;application=geotiff', 'text/plain']

El mismo es procesado para visibilizar un formato más legible en base a las categorías siguientes:

Imagenes: JPEG - (format=jpeg), GIF - (format=gif), PNG - (format=png), Tiff - (format=tif), BMP - (format=bmp)

Formatos Georeferenciados: GeoTiff - (format=geotiff), GML Coverage - (format=application/gml+xml).

Imagen en miniatura (thumbnail image) de la cobertura

Para el ejemplo de la cobertura: idecor__bccba_pp_nov24 del geoservicios WCS del organismo Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR) el tablero permite visualizar un tumbnail de la cobertura, es decir una representación visual pequeña y compacta de un contenido más grande:

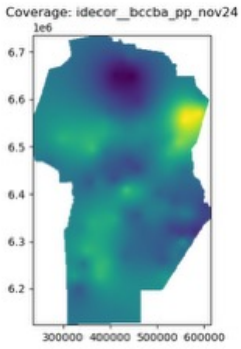


Figura 3. Ejemplo de thumbnail (.png) de la cobertura

El *thumbnail* se visualiza para algunas coberturas en formato png, cuando la resolución de la cobertura permitió automatizar su generación. Para coberturas muy grandes si bien fue posible generar el .tif el archivo no se incluyó por limitaciones de espacio en el servidor web.

{ “urlWCS”: “https://idecor-wcs.mapascordoba.gob.ar/geoserver/idecor/wcs”,

“Coverage_ID”: “idecor__bccba_pp_nov24”,

“Native_SRS”: “http://www.opengis.net/def/crs/EPSG/0/32720”,

“Bounding_Box”: “(235533.2905555368, 6123195.048216723, 614872.7446990268, 6736207.606112603)”,

“Axis_Labels”: “[‘i’, ‘j’]”,

“Dimension”: 2,

“w”: 249,

“h”: 403,

“Supported_Formats”: “[‘application/gml+xml’, ‘image/jpeg’, ‘image/png’, ‘image/tiff’, ‘image/tiff;application=geotiff’, ‘text/plain’]”,

“Number.of.Bands”: 1,

“CRS”: “EPSG:32720”,

“dtype”: “float32”,

“Size”: 101000

}

Visualización avanzada y validación visual

Uno de los aspectos distintivos del tablero es la inclusión de imágenes en miniaturas generadas automáticamente para cada cobertura. Estas visualizaciones se utilizan para validar visualmente el contenido y detectar posibles errores en la publicación del servicio (cobertura vacía, mal georreferenciada, color uniforme, etc.). Las visualizaciones fueron implementadas en RStudio utilizando *flexdashboard*, *reactable* y *plotly*, herramientas recomendadas por la propia documentación oficial (Posit Team, 2025). Las miniaturas fueron generadas con el paquete *matplotlib* de *Python*.

ESTADÍSTICAS

Se desarrollaron estadísticas e indicadores sobre los geoservicios y sus coberturas. Se emplearon funciones de *plotly* para los gráficos interactivos, lo que permite seleccionar sectores del gráfico, aplicar filtros dinámicos y exportar imágenes de alta calidad.

Se obtuvieron estadisticos sobre:

- Cantidad de WCS publicados por la comunidad de IDERA: Indicador (6 WCS)
- Cantidad de coberturas total: Indicador (155 coberturas)
- Cantidad de coberturas por jurisdicción: Gráfico de donut.

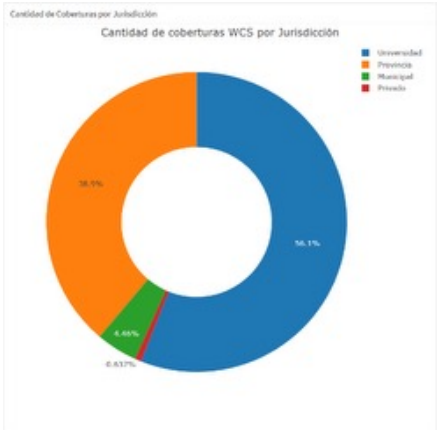


Figura 4. Estadísticas sobre coberturas por jurisdicción

Las jurisdicciones de Provincias y Universidades son las que más coberturas publican. Los gráficos mostrados aquí son ilustrativos y corresponden al momento de envío del trabajo, los mismos pueden diferir de su estado actual en el tablero WCS (debido a que el mismo pudo haberse actualizado).

Se observa que la mayoría de las coberturas publicadas solo cuentan con una banda.

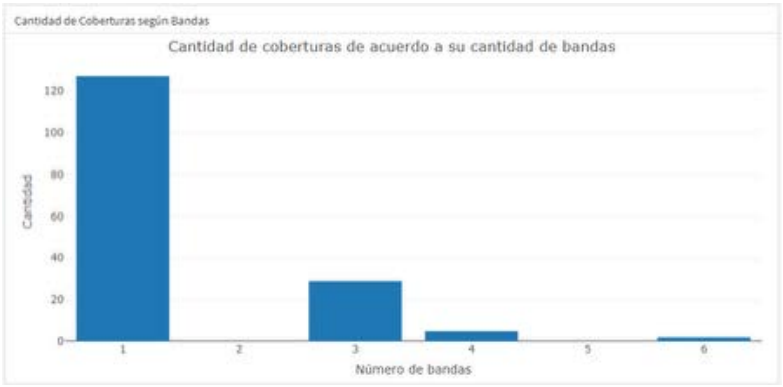


Figura 5. Cantidad de Coberturas según cantidad de bandas

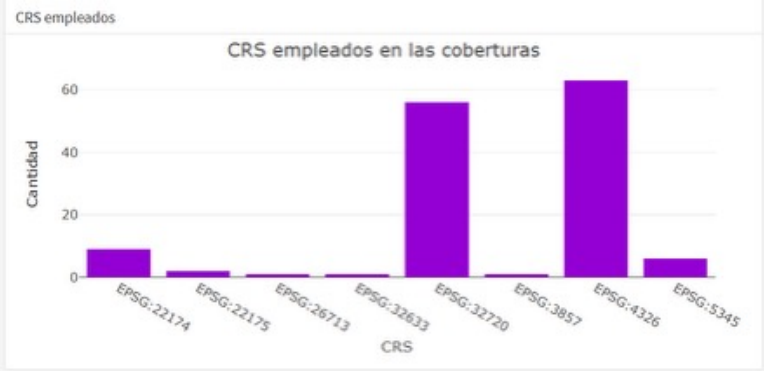


Figura 6. Cantidad de coberturas según los CRS empleados

El CRS más empleado es WGS84 (EPSG:4326) con 63 capas, luego WGS 84 / UTM zone 20S (EPSG:32720) con 56 capas, ESPG:22174 (Posgar 98/ Argentina 4) con 9 capas, ESPG:5345 (Posgar 2007/Argentina 3) con 6 capas, EPSG:22175 (Posgar 98/ Argentina 5) con 2 capas, ESPG:26713 (NAD27 / UTM zone 13N) con 1 capa, ESPG:3857 (WGS 84/ Pseudo_Mercator) con 1 capa y EPSG:32633 (WGS 84/UTM Zone 33N) con 1 capa. Luego algunas conclusiones son:

Predominio de WGS84 (EPSG:4326): El uso mayoritario de WGS84 (con 63 capas) refleja una clara preferencia por un sistema de referencia global ampliamente compatible con aplicaciones web, estándares OGC y visualización geoespacial interactiva.

Alta presencia de UTM zona 20S (EPSG:32720): El segundo CRS más común, con 56 capas, es específico para la región sur de América del Sur (incluyendo parte de Argentina y Uruguay). Esto indica que muchos servicios priorizan precisión regional, lo cual es adecuado para aplicaciones técnicas o locales.

Diversidad de sistemas nacionales (POSGAR): La presencia de varios CRS basados en POSGAR (EPSG:22174, 5345, 22175) muestra la continuidad del uso de sistemas oficiales argentinos, aunque en menor medida frente a los CRS globales.

Baja frecuencia de CRS menos comunes: La existencia de capas aisladas con CRS como NAD27 (EPSG:26713), Pseudo-Mercator (EPSG:3857) o UTM 33N (EPSG:32633) indica una posible falta de normalización o el uso de datos heredados. Estos casos podrían requerir atención especial si se busca homogeneizar la infraestructura de datos.

Necesidad de estandarización: La diversidad de CRS utilizados sugiere que, aunque existe una orientación hacia estándares globales como WGS84, esto puede dificultar la integración directa de datos y justificar la necesidad de transformaciones geométricas al momento de consumir los servicios.

EL PROCESO Y EL TABLERO

El proceso de obtención de la información de los WCS desarrollado con *Python* en *Jupyter Notebook* demora cinco horas y media. Lo más costoso es la obtención de los

metadatos asociados a las coberturas (ejemplo la generación de *thumbnails*). Luego de lo cual se obtiene un *dataframe* con la información sustantiva de los WCS y una serie de archivos .png que representan los *thumbnails* de las coberturas, opcionalmente también se generan tif de cada cobertura. Los *thumbnails* (.png) pueden visualizarse cuando se hace *click* en la flecha a la izquierda de la cobertura. Los tif no se visualizan en el tablero debido a que los mismos son más pesados y su incorporación requiere de disponibilidad en los servidores web donde se aloja el tablero. Por otro lado, la descarga del .tif en sí, debe realizarse a partir del consumo del geoservicio WCS, para fomentar su utilización y la descarga de la última versión.

Es importante resaltar que el tablero WCS, al igual que los tableros WFS jurisdiccionales son tableros estáticos que recuperan, en un momento determinado, toda la información de los geoservicios analizados. La actualización del tablero se realiza periódicamente. El tablero indica la fecha en la cual se generó la información. Construir un tablero dinámico es posible, y será objeto de trabajo futuro. No obstante, la dinámica de creación de geoservicios no es alta, y contar con información actualizada una vez por mes o una vez por bimestre es suficiente.

Composición del tablero WCS

El tablero desarrollado con lenguaje R se encuentra alojado en: https://opendata.fi.uncoma.edu.ar/IDERA/TableroWCS.html

Con la combinación de teclas Control - y Control +, es posible reducir el tamaño de los widgets y texto del tablero y ajustarlo a la resolución de pantalla más adecuada.

Cuenta con dos ventanas:

1. La primera ventana contiene a su derecha dos indicadores, uno de cantidad de geoservicios WS y otro de cantidad de coberturas; mientras que a su izquierda permite visualizar una tabla interactiva desarrollada con el paquete *reactable*. La tabla contiene dos tablas anidadas. La tabla sobre WCS (la exterior) contiene una tabla interna de las coberturas de cada WCS. Esto permite que al seleccionar una fila correspondiente a un WCS se listen las coberturas que este geoservicio contiene. Los atributos de WCS (Jurisdicción, Dependencia, Organismo, urlWCS, Estado, Cant. de coberturas, Proveedor, *type*, versión y operaciones) y los atributos de coberturas (ID de cobertura, Native SRS, Envolvente, *Axis labels*, Dimensión, Ancho, alto, formatos soportados, Número de bandas y CRS) fueron explicados anteriormente y no se desarrollarán nuevamente en esta sección. La gran mayoría de las columnas de cada tabla cuentan con una etiqueta o encabezado, cuyo nombre refiere a un atributo de WCS o cobertura. Haciendo doble *click* en dicha etiqueta es posible ordenar los datos de la tabla; por ejemplo ordenar WCS por cantidad de coberturas, o por ejemplo, ordenar las coberturas de un WCS por cantidad de bandas. Adicionalmente se incorporó un *tooltip* para cada columna (de ambas tablas, externa e interna) que puede ser visualizado al posar el mouse sobre la etiqueta de la columna. El *tooltip* permite leer un texto corto sobre la etiqueta, una descripción de su propósito.

2. La segunda ventana, contiene las estadísticas descriptas en sección *Estadísticas*.

Se incorporó un explicación del Tablero WCS que puede accederse en el menú superior derecho del tablero.

La Figura 7 muestra un ejemplo de la tabla: En la primera fila se describe un WCS específico en este caso de la Universidad Nacional del Sur (IDESOB), y debajo información sobre una de sus coberturas. A continuación se muestra el thumbnail de dicha cobertura.

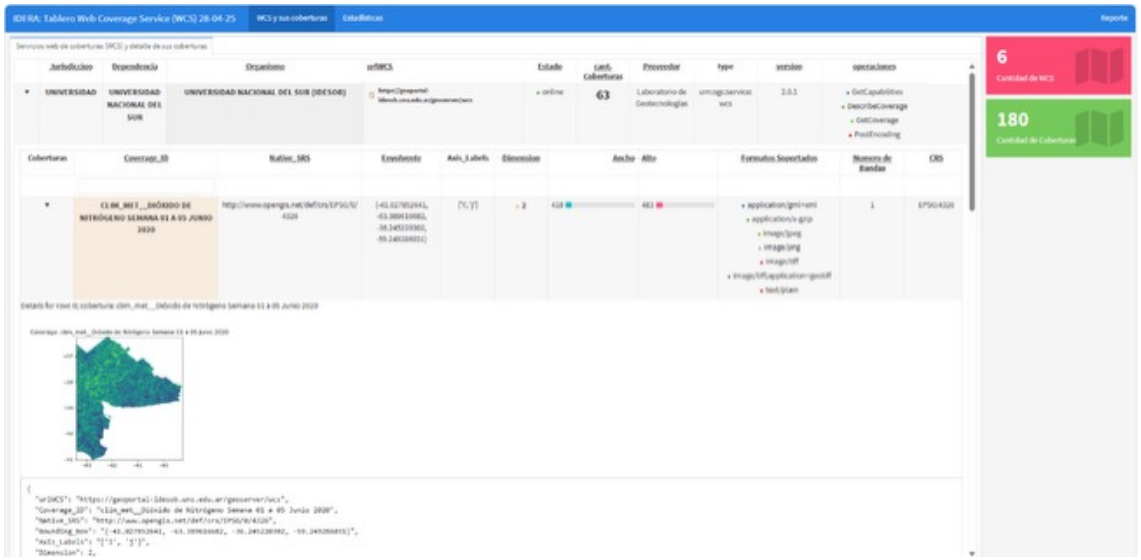


Figura 7. Tabla de información sobre WCS y sus coberturas

CONCLUSIONES

Se logró implementar una solución integral, replicable y eficiente para el monitoreo de 5 servicios geoespaciales WCS en conjunto con 155 coberturas. La combinación de *Python* y R resultó eficaz para integrar recolección automática a partir de distintas librerías (*owslib, rasterio, matplotlib, reactable*, etc.) con visualización de alto nivel. El tablero facilita el análisis exploratorio, el diagnóstico institucional y la mejora continua de estos servicios.

Contar con un tablero de geoservicios WCS permite conocer qué jurisdicciones promueven el uso de coberturas, cuantas coberturas comparten y metadatos sobre las mismas. Una vez acopiada la información luego es posible obtener estadísticas de cantidad de geoservicios por jurisdicción, cantidad de coberturas y CRS empleados para todas las coberturas.

Hoy existen muchos recursos en internet que nos permiten descargar coberturas, pero las jurisdicciones publican geoservicios web WCS cuando las coberturas requieren ser compartidas entre diferentes organismos para diferentes fines. Si bien los geoservicios

WCS no son tan ampliamente utilizados como los geoservicios WMS y WFS, compartir coberturas a partir de ellos permite disponibilizar estudios específicos sobre el territorio de diversa índole: cambio climático (inundaciones, erupciones volcánicas, terremotos, etc.), usos del suelo, estudios sobre desertificación. Confiamos que los productores comenzarán a publicar más coberturas vía geoservicios WCS y de aquí la importancia de su monitoreo.

REFERENCIAS

AUNE-LUNDBERG, L., & STRAND, G-H. (2021). The content and accuracy of the CORINE Land Cover dataset for Norway. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation,* 96. https://doi.org/10.1016/j.jag.2020.102266

CHUVIECO, E. (1995). *Fundamentos de teledetección espacial*, Second Edition (2da ed.). Rialp

DI GREGORIO, A. (2005). *Classification System. Classification concepts and user manual. Software version 2* (1.a ed.). Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/y7220e

GILLES, S. (2013). *Rasterio* (versión 1.4.3) [Software]. GitHub. https://github.com/rasterio/rasterio

KLUYVER, T., RAGAN-KELLEY, B., PÉREZ, F., GRANGER, B., BUSSONNIER, M., FREDERIC, J., KELLEY, K., HAMRICK, J., GROUT, J., CORLAY, S., IVANOV, P., AVILA, D., ABDALLA, S., WILLING, C., & JUPYTER DEVELOPMENT TEAM. (2016). Jupyter Notebooks – a publishing format for reproducible computational workflows. En F. Loizides & B. Schmidt (Eds.), *Positioning and power in academic publishing: Players, agents and agendas: Proceedings of the 20th International Conference on Electronic Publishing* (pp. 87-90). IOS Press. https://doi.org/10.3233/978-1-61499-649-1-87

LATHAM, J.S., HE, C., ALINOVI, L., DIGREGORIO, A., KALENSKY, Z. (2002). FAO Methodologies for Land Cover Classification and Mapping. En Walsh, S. J., Crews-Meyer, K. A. (Eds.), *Linking People, Place, and Policy* (pp. 283-316). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0985-1_13

PERKEL, J. M. (2018). Why Jupyter is data scientists' computational notebook of choice. *Nature*, 563(7729), 145-146. https://doi.org/10.1038/d41586-018-07196-1

POSIT TEAM. (2025). *RStudio: Integrated Development Environment for R* [Software]. Posit Software, PBC. http://www.posit.co/

Valuación masiva del suelo urbano en el Gran La Plata
mediante técnicas de machine learning

Mass Valuation of Urban Land in Greater La Plata Using Machine Learning Techniques

Valoração Massiva do Solo Urbano na Grande La Plata por Meio de Técnicas de Aprendizado de Máquina

Juan Pablo del Río[1, 2 ,4], *Gisel Andrade*[1], *Renaldo Coletti*[1,3], *Marcos May*[1,2], *Pilar Pi Puig*[1,2], *Marcelo Ríos*[1,3], *Federico Percossi*[1,4], *Ezequiel Iusef*[1], *Tomás Rodríguez*[1]

1 Laboratorio de Investigaciones del Territorio y el Ambiente, Comisión de Investigaciones Científicas del Provincias de Buenos Aires (LINTA-CIC).
2 Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de la Plata (FaHCE-UNLP).
3 Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata (FAU-UNLP)
4 Consejo Nacional de Investigación Científica y Técnicas (CONICET)
**: linta@cic.gba.gob.ar*

Resumen: El objetivo de esta comunicación es dar cuenta de la metodología utilizada para estimar el valor del suelo en el espacio urbano del Gran La Plata, un aglomerado urbano de 933.000 habitantes y aproximadamente 280.000 parcelas urbanas. La estimación del valor del suelo se basa en un relevamiento de precios de terrenos efectuado en una ventana temporal de dos años, del cual se obtuvo una muestra compuesta por 2.436 observaciones. Paralelamente, se construyó una base de 45 variables independientes que describen la estructura urbana del área de estudio.
Mediante la aplicación de un modelo de regresión espacial, fue posible homogeneizar los precios observados y construir valores unitarios de la tierra, lo que permitió comparar las observaciones y utilizarlas en la etapa de aprendizaje computacional. A partir de los valores unitarios del suelo (variable dependiente) y de las variables independientes, se entrenó un algoritmo que permitió estimar el valor del suelo en distintas localizaciones

del espacio urbano analizado.
El modelo obtuvo un error global del 22,9%, considerado aceptable según los antecedentes disponibles en la literatura especializada. El mapa de valores resultante reflejó en términos generales una distribución coherente con la observación directa en el área de estudio. No obstante, actualmente se continúa avanzando en la densificación de la cobertura muestral, la validación de los resultados junto a referentes sectoriales, y el ajuste de ciertas variables independientes, con el objetivo de mejorar la precisión del mapa de valores en sectores específicos del aglomerado urbano.

Palabras clave: *valor del suelo urbano, machine learning, catastro, Gran La Plata.*

Abstract: This paper presents the methodology applied to estimate urban land value in Greater La Plata, an urban agglomeration of approximately 933,000 inhabitants and 280,000 urban parcels. The estimation was based on a two-year survey of land prices, resulting in a sample of 2,436 observations. In parallel, a database of 45 independent variables was built to describe the urban structure of the study area.
Through the application of a spatial regression model, observed prices were standardized to generate unit land values, enabling comparison among records and supporting the machine learning training process. Using the unit land values (dependent variable) and the set of independent variables, an algorithm was trained to estimate land values across different urban locations.
The model achieved a global error rate of 22.9%, considered acceptable according to existing studies in the field. The resulting land value map displayed a distribution consistent with field observations. Ongoing work focuses on increasing sample density, validating results with sectoral experts, and refining independent variables to improve the accuracy of land value mapping in specific sectors of the urban agglomeration.

Keywords: *urban land value, machine learning, cadastre, Greater La Plata.*

Resumo: Este trabalho apresenta a metodologia utilizada para estimar o valor do solo urbano na Grande La Plata, um aglomerado urbano com cerca de 933.000 habitantes e 280.000 parcelas urbanas. A estimativa baseou-se em um levantamento de preços de terrenos realizado ao longo de dois anos, que resultou em uma amostra de 2.436 observações. Paralelamente, foi construída uma base de 45 variáveis independentes que descrevem a estrutura urbana da área de estudo.
Por meio da aplicação de um modelo de regressão espacial, os preços observados foram homogenizados para gerar valores unitários de terreno, o que possibilitou a comparação entre registros e serviu de base para o

processo de aprendizado de máquina. A partir dos valores unitários (variável dependente) e das variáveis independentes, foi treinado um algoritmo para estimar o valor do solo em diferentes localizações urbanas.
O modelo apresentou um erro global de 22,9%, considerado aceitável segundo a literatura especializada. O mapa de valores resultante refletiu uma distribuição coerente com as observações diretas na área de estudo. Atualmente, continuam os esforços para ampliar a densidade amostral, validar os resultados com especialistas setoriais e ajustar algumas variáveis independentes, com o objetivo de aprimorar a precisão do mapeamento de valores em setores específicos do aglomerado urbano.

Palavras-chave: *valor do solo urbano, aprendizado de máquina, cadastro, Grande La Plata.*

INTRODUCCIÓN

El precio del suelo urbano sintetiza un conjunto de valoraciones que reflejan preferencias y formas de jerarquización social del espacio urbano (Baer, 2011). Al mismo tiempo, el suelo es un bien esencial para la vida en la ciudad, por lo que su movimientos estructurales y valorización a largo plazo (Jaramillo González, 2009) plantea serios desafíos para la reproducción social y las condiciones de acceso al hábitat. En la medida en que el mercado de suelo es, fundamentalmente, un mercado de localizaciones (Morales Schechinger, 2005; Jaramillo González, 2009; Arbamo, 2011, Marcos & Del Río, 2022), el acceso a este recurso condiciona el consumo de otros bienes y servicios urbanos, así como también, la composición social del vecindario y los tiempos de desplazamiento, entre otros múltiples factores.

En Argentina, la determinación y actualización sistemática de los precios inmobiliarios de mercado a escala intraurbana ha sido un tema escasamente abordado, tanto en el ámbito académico como para la implementación de políticas públicas[1]. La producción sistemática de información ha estado casi exclusivamente en manos del sector inmobiliario, con un enfoque centrado en el principal mercado del país: la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Además de este sesgo territorial, las metodologías utilizadas se han basado en tipologías específicas de inmuebles comparables, lo que limita su aplicabilidad en contextos urbanos con diversidad o escasa cobertura de observaciones y restringe la capacidad de analizar las heterogeneidades propias de estos mercados inmobiliarios (Rosanovich, 2025).

La ausencia de índices de precios inmobiliarios, tanto en el sistema estadístico nacional como en los provinciales, constituye otro indicador de la vacancia previamente señalada. Paralelamente, la mayoría de las agencias de catastro provinciales no cuenta con valuaciones inmobiliarias actualizadas y, cuando las realizan —con intervalos de

1 Los estudios sistemáticos realizados desde el año 2019 por la Infraestructura de Datos Espacial de Córdoba y equipos de la Universidad Nacional de Córdoba (Piumetto et al., 2019; Carranza et al., 2019; IDECOR, 2021; Cerino et al., 2021; Carranza, 2024), configuran una excepción en este sentido.

tiempo relativamente prolongados—, recurren a metodologías valuatorias masivas tradicionales, basadas en la definición de zonas homogéneas de valor. Este enfoque de valuación fiscal presenta, en la práctica, contrastes entre los valores registrados al interior de las zonas homogéneas, no informan los márgenes de error y omiten explicitar la brecha existente respecto de los valores de mercado.

De modo concurrente, producto de la necesidad de desarrollar nuevos mecanismos de financiamiento urbano basados en la recuperación pública de la valorización inmobiliaria (Reese, 2006; Smolka, 2013; Walters, 2016), la sanción de la Ley Provincial 14.449 en Buenos Aires ha hecho que sea estratégico contar con datos públicos abiertos sobre los valores del suelo urbano, profundizar el conocimiento sobre los procesos de formación de precios a escala intraurbana e interurbana y disponer de información comparable para el conjunto de la red urbana provincial. En esta línea, el Observatorio de Valores e Instrumentos de Gestión de Suelo Urbano (OVS), impulsado por la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires, busca articular esfuerzos con organismos públicos, académicos y sectoriales ante el desafío de generar información pública respecto las dinámicas del mercado inmobiliario provincial.

Por otro lado, desde el OVS se destaca la relevancia que han adquirido los desarrollos metodológicos vinculados a la valuación masiva automatizada. Esta consiste en la estimación de un modelo a partir de una muestra de datos de mercado cuyos precios de inmuebles son conocidos, con el objetivo de aplicar dicho modelo para interpolar los valores en el resto del espacio urbano. Este procedimiento suele incorporar variables independientes que sintetizan las características de la localización y del entorno de cada inmueble, con un potencial explicativo en la formación del precio de mercado (Carranza, 2024).

La difusión del aprendizaje computacional (*machine learning*) ha provocado cambios significativos en los estudios valuatorios, especialmente en relación con las técnicas estadísticas tradicionales. En este enfoque, la relación entre los precios inmobiliarios y las variables independientes utilizadas en la estimación ya no está determinada por supuestos predefinidos por el investigador; más bien, estas relaciones emergen directamente de los datos y dejan de ser constantes en términos espaciales. En otras palabras, el aprendizaje computacional no se basa en estadística paramétrica y asume que las interacciones entre variables son heterogéneas en los distintos sectores del espacio modelado. Este aspecto resulta crucial para abordar problemas de naturaleza geográfica, como captar las dinámicas diferenciales de formación de precios inmobiliarios dentro del espacio urbano.

Los principales antecedentes de este tipo de abordajes metodológicos en la región se encuentran en estudios desarrollados en distintas ciudades de Brasil y Argentina. En Belém do Pará, Da Silva et al. (2012) proponen un modelo de valuación masiva incorporando métodos geoestadísticos, como *kriging* ordinario. En Criciúma, Da Silva et al. (2015) proponen una actualización de los valores unitarios inmobiliarios con el objetivo de minimizar distorsiones impositivas. En Aracajú, Dantas et al. (2006) destacan la importancia de considerar la dependencia espacial en la estimación de los valores inmobiliarios. En Fortaleza, Carranza et al. (2022) demostraron la posibilidad de

utilizar una cantidad mínima de variables independientes basadas en fuentes de datos abiertos, evaluando el alcance predictivo de distintos algoritmos (GBM, RF, QRF) para predecir el precio del suelo urbano. En San Francisco, Carranza et al. (2019) aplicaron métodos similares utilizando información catastral. Finalmente, en Mendoza (Polo et at., 2023) en Córdoba y Corrientes (Eguino et al., 2024) y en el corredor turístico de las sierras de Córdoba (Cerino et al., 2021), también se avanzó en la misma línea para predecir el precio del suelo urbano mediante técnicas algorítmicas de valuación automática masiva. Mientras que en la ciudad de Córdoba, Carranza (2024) extendió el uso del aprendizaje computacional desde el campo de la valuación inmobiliaria impositiva a la estimación de plusvalías urbanas.

Recuperando estos antecedentes, en este trabajo se estima el valor del suelo en el espacio urbano del Gran La Plata a partir del entrenamiento computacional de un modelo predictivo, y se busca elaborar un mapa de valores. Para ello, se utiliza, por un lado, una muestra de precios que se extiende de junio del año 2022 a mayo del año 2024; y, por otro lado, se construye una matriz de variables independientes a partir de las cuales el modelo será entrenado con los datos muestrales y podrá extenderse al resto del espacio urbano.

MÉTODOS Y FUENTES UTILIZADOS

La metodología desarrollada combina diversas técnicas y fuentes de información. Se distinguen cinco etapas (Tabla 1), cada una asociada a matrices de datos específicas y distintos tipos de procedimientos.

Relevamiento y curado de la muestra de precios

Durante el período 2022-2024, el relevamiento de precios de terrenos combinó dos estrategias: la recolección directa de datos de modo a través de agentes sectoriales y la aplicación de técnicas de *web scraping*[2]. La primera modalidad, basada en consultas a inmobiliarias y martilleros, permitió obtener precios de cierre y de tasación, aunque su incidencia en la muestra final fue marginal. La segunda modalidad se implementó mediante el desarrollo de un *crawler* y un *scraper* en lenguaje *Python*, diseñados para operar sobre las tres plataformas inmobiliarias más importantes en el área de estudio. A través de estos programas, se recolectaron periódicamente grandes volúmenes de datos de oferta inmobiliaria. Posteriormente, estos datos fueron supervisados y depurados con el objetivo de minimizar el ruido inherente a este tipo de fuentes.

2 El web scraping, también conocido como web extraction o harvesting, es una técnica para extraer datos de la World Wide Web y guardarlos en un sistema de archivos o en una base de datos para su posterior recuperación o análisis. Por lo general, los datos de la web se extraen utilizando el protocolo HTTP o a través de un navegador web. Esto puede ser conseguido manualmente por un usuario o automáticamente por un bot o web crawler (Zhao, 2017), un programa creado para la descarga masiva de páginas web (Olston & Najork, 2010).

Las principales tareas de curado de los datos se centraron en la supervisión de la calidad de ubicación de las observaciones y en la rectificación de la georreferenciación original. Considerando el contexto urbano específico de cada observación, se realizó un control de la coherencia entre el precio y la superficie declarada. Se excluyeron aquellas ofertas de terrenos que presentaban mejoras edilicias susceptibles de ser monetizadas, dado que no resultaban homologables a terrenos baldíos. También se controló la resistencia de registros duplicados, a fin de minimizar los efectos de doble contabilidad.

Tabla 1. Descripción de la metodología de trabajo

ETAPAS	TAREAS DESARROLLADAS
I. Relevamiento y curado de precios	1. Relevamiento directo de precios
	2. Relevamiento vía webscraping
	3. Supervisión de la georreferenciación
	4. Control de relación precios por m2
	5. Exclusión de terrenos que monetizan mejoras
	6. Exclusión de inmuebles duplicadas
	7. Completamiento de variables utilizadas para construir coeficientes de homogeneización
	8. Supervisión de dataset de precios
II. Construcción de variables independientes de contexto urbano	1. Relevamiento de datos públicos abiertos
	2. Gestión y/o digitalización de información no disponible a nivel público
	3. Cálculo de las variables independientes
	4. Supervisión de dataset de variables urbanas
III. Integración y homogeneización de precios de terrenos	1. Stackeo de los datos muestrales y las variables independientes del área de estudio
	2. Estimación de un modelo de regresión lineal para de determinar coeficientes de homogeneización
	3. Testeo de la dependencia espacial e incorporación de los residuos estadístico al modelo
	4. Cálculo del Valor Unitario de la Tierra (VUT)
	5. Análisis y exclusión de VUT atípicos
	6. Supervisión de dataset de entrenamiento
IV. Entrenamiento del modelo predictivo	1. Selección algoritmo *quantile radom forest*
	2. Entrenamiento del algoritmo y testeo del modelo
	3. Cálculo *mean absolute percentage error*
V. Predicción del precio para el conjunto del área de estudio	1. Aplicación al modelo predictivo
	2. Mapeo de la distribución VUT estimado
	3. Supervisión de dataset VUT estimado
	4. Traducción del VUT a parcelas catastrales reales

Fuente: elaboración propia 2025.

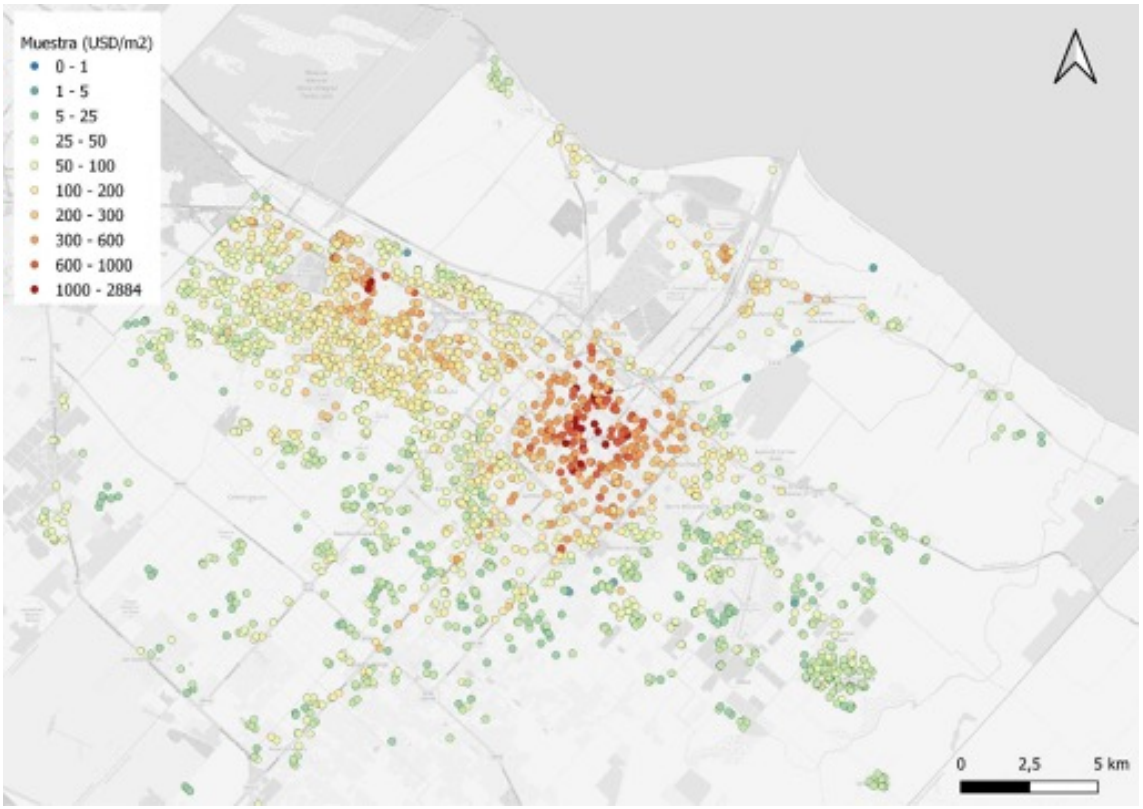


Figura 1. Distribución de la muestra de precios
Fuente: elaboración propia en base a relevamientos inmobiliarios (2022-2024).

A partir de la información contenida en los avisos, se estructuraron las variables utilizadas en el procedimiento de homogeneización de atributos intrínsecos de los terrenos, tales como: ubicación en la cuadra (medial, esquina o interno), forma del lote (regular o irregular), medida de frente y fondo, cantidad de frentes y tipo de valor (precio de cierre o tasación frente al precio de oferta), entre otras. Estas tareas de curaduría se realizaron en QGIS, dando como resultado la distribución de la muestra de precios que se observa en la Figura 1.

Construcción de variables independientes de contexto urbano

El mercado de suelo urbano es, fundamentalmente, un mercado de localización, en el cual los valores de los terrenos dependen más de las características extrínsecas del inmueble que de sus atributos intrínsecos. En este sentido, resultó central la construcción de un *dataset* de variables independientes que permitieran caracterizar los contextos urbanos donde se ubican las observaciones de precios (variable dependiente). Estas variables buscan capturar atributos del entorno físico, funcional y de la estratificación socioeconómica que incide en la valorización del suelo (ver Tabla 2).

Para tal fin, se priorizó el uso de un conjunto de capas de información geográficas disponibles en plataformas de datos abiertos, tales como *OpenStreetMaps*[3], Datos Abiertos PBA[4], Poblaciones[5], *Global Human Settlement Layer*[6], IDERA[7], IDEBA[8], entre otras. En aquellos casos en que las capas necesarias no estaban disponibles públicamente, se optó por gestionar el acceso a las capas (por ejemplo, los medidores eléctricos provistos por la empresa Edelap), digitalizarla a partir de fuentes accesibles (como las vías rápidas extraídas de *Google Transit*) o producirlas directamente, en situaciones donde no existía información sistemática y confiable (con en el caso de las urbanizaciones cerradas).

El procedimiento de digitalización y generación de capas se realizó íntegramente en QGIS. Asimismo, se supervisó la coherencia y consistencia del conjunto de datos geográficos provenientes de fuentes abiertas, a fin de garantizar su validez para su posterior uso en el modelo predictivo.

A partir de estas estrategias, se logró reunir la información necesaria para el cálculo de las variables mediante el uso de librerías de R tales como *terra* (Hijmans, 2025b), *sf* (Pebesma, 2025), *raster* (Hijmans, 2025a), *fasterize* (Ross et al., 2024) y *osmdata* (Maspons et al., 2023). Con estas herramientas se construyó el *dataset* de variables independientes, cuya composición se detalla en la Tabla 2.

Una vez construida la matriz de las variables independientes, esta fue integrada con la matriz de datos correspondientes a la muestra de precios. Con el fin de acortar los tiempos de procesamiento computacional, la integración (*stakeo*) de ambas matrices se realizó sobre un archivo ráster con una resolución espacial de 50 x 50 m por píxel.

Tabla 2. Listado de variables independientes

Variables	Descripción	Fuente
Centralidad		
v_comercios_edelap	Cantidad de comercio según medidores eléctricos comerciales en un vecindario de 500 m.	Edelap
v_comercio_osm	Cantidad de comercios en un vecindario de 500 m.	OSM
v_turismo_osm	Cantidad de sitios turísticos en un vecindario de 500 m.	OSM
v_hoteles_entorno	Cantidad de hoteles en un vecindario de 500 m.	OSM
p_central_v11	Centro comercial primario según afluencias de personas	Google maps
d_central_v1	Distancia al centro comercial primario	Google maps

Continúa en página siguiente.

3 https://www.openstreetmap.org/
4 https://catalogo.datos.gba.gob.ar/
5 https://poblaciones.org/
6 https://human-settlement.emergency.copernicus.eu/
7 https://www.idera.gob.ar/
8 https://ideba.gba.gob.ar/

Tabla 2. Listado de variables independientes (cont.)

Espacio construido		
v_altura_prom	Altura promedio en un vecindario de 500 m.	GHSL
v_volumen_prom	Volumen construido en un vecindario de 500 m.	GHSL
v_perc_edif	% de superficie edificada en un vecindario de 500 m.	GHSL
p_fot_imputado	Potencial constructivo según factor de ocupación total (FOT)	urBAsig
Estructura parcelaria		
v_cata_ph	Cantidad de PH en un vecindario de 500 m.	ARBA
v_cant_lotes	Cantidad de lotes en un vecindario de 500 m.	ARBA
v_prom_lotes	Tamaño promedio de los lotes en un vecindario de 500 m.	ARBA
d_vias	Distancia a calles que estructuran el tejido urbano en área sin subdivisión catastral formal	OSM
Estratificación social		
v_nse_edelap	Nivel socioeconómico promedio en un radio de 150 m.	Edelap
v_sup_uc	% de superficie de urbanización cerrada en un radio de 500 m.	Elab. propia
d_uc	Distancia a urbanización cerradas	Elab. propia
d_tipo_emp_1	Distancia a grandes urbanizaciones cerradas consolidadas	Elab. propia
d_tipo_emp_2	Distancia a urbanización cerrada de tamaño pequeño o intermedio	Elab. propia
v_sup_vya	% de superficie de barrios populares en un radio de 500 m.	ReNaBaP + RPPVyAP
d_vya	Distancia a barrios populares	ReNaBaP + RPPVyAP
Conectividad		
d_rutas	Distancia a rutas nacionales y provinciales	OSM
d_ctransito	Distancia a vías rápidas	Google Transit
d_ferrova	Distancia a vías de ferrocarril	OSM
d_effcc_activas	Distancia a estaciones de tren activas	Elab. propia
d_aau	Distancia de acceso a autopistas	Elab. propia
p_corredores_v2	Pertenencia a corredor vial, comercial o logístico	Elab. propia
Zonificación de usos del suelo legales		
p_aurbana	Pertenencia al área urbana DL 8912 y ordenanza convalidada	urBAsig
p_zonacomercial	Pertenencia a zona comercial	urBAsig
p_zonaresindencial	Pertenencia a zona residencial	urBAsig
p_zonaresidencial extra	Pertenencia a zona residencial extra urbana	urBAsig
p_zonaindustrial	Pertenencia a zona industrial	urBAsig
p_zonasesparcimiento	Pertenencia a zona de esparcimiento o recreación	urBAsig
p_zonasreserva	Pertenencia a zona de reserva	urBAsig
p_zonasotros	Pertenencia otras zonas (usos especiales)	urBAsig

Continúa en página siguiente.

Tabla 2. Listado de variables independientes (cont.)

Otras variables		
e_edu	Distancia a escuelas	Datos Abiertos PBA
d_sal	Distancia a centros de salud	Datos Abiertos PBA
d_rhidro	Distancia cursos de agua	Datos Abiertos PBA
d_rhidro2	Distancia a cuerpos de agua	Datos Abiertos PBA
d_pp	Distancia polo petroquímico	Elab. propia
d_indust	Distancia a industrias	OSM
d_basura	Distancia a rellenos sanitario	OSM
d_espv	Distancia a plazas y espacios verdes	OSM
p_ev_ccompacta	Parcela frentista a plaza en área de alto FOT	Elab. propia
p_indivisos	Pertenencia a loteos indivisos	Elab. propia

Fuente: elaboración propia 2025.

Integración y homogeneización de precios

A partir de la integración de ambas matrices de datos –la muestra de precios y las variables independientes– se estimó un modelo de regresión lineal múltiple, con el objetivo de identificar qué variables resultan significativas para construir un coeficiente de homogeneización de los atributos del terreno o del precio observado. Este procedimiento permitió normalizar las observaciones de mercado, facilitando su comparación y ampliando la cobertura muestral en distintas áreas de la estructura urbana.

Dado que los registros de precio pueden diferir en características como superficie, forma del lote, dimensiones de frente y fondo, o ubicación en la cuadra, así como también en el tipo de valor informado (precio de oferta, de cierre o tasación)[9] o en la relación jurídica implicada en la transacción[10], resultó necesario ajustar dichas diferencias mediante esta técnica de homogeneización.

El valor por m^2 de un terreno está condicionado por una serie de atributos intrínsecos, entre los que se destacan: la superficie total, la medida del frente, la forma del lote, la ubicación en la cuadra (ya sea medial, en esquina o interno) y el tipo de valor relevado (oferta o de cierre/tasación), entre otras variables. Estas relaciones pueden representarse mediante una ecuación (1) lineal definida del siguiente modo:

$$\log(Yi)=\beta 0+\beta 1\log(X1i)+\beta 2\log(X2i)+\beta 3D1i+\beta 4D2i+\beta 5\log(X3i)+...+\varepsilon i$$

9 Un valor de cierre o tasación es más bajo que un valor de oferta producto del margen de negociación que existen en el mercado inmobiliario.

10 Por el tipo de fuente de información consultada aún no se ha podido relevar esta variable de modo sistemático. Pero cabe distinguir entre venta con escritura, la venta de derecho posesorio y la pre-venta de un bien, que aún se encuentra en desarrollo y no se ha materializado a nivel catastral y urbanístico. En la segunda y tercera situación es esperable encontrar precios de venta menores a la venta con escritura del bien diviso.

Donde:

- log(Yi): Variable dependiente, correspondiente al logaritmo natural del precio por metro cuadrado del terreno.
- log(Xji)): Variables independientes cuantitativas transformadas mediante logaritmo natural.
- Dji: Variables binarias (dummies) que indican pertenencia a una categoría o condición específica (por ejemplo, ubicación en esquina o tipo de valor reportado).
- β : Coeficientes estimados que expresan la magnitud y dirección del efecto de cada variable sobre el precio por metro cuadrado.
- εi: Término de error aleatorio, que recoge la variación no explicada por el modelo.

En línea con los antecedentes presentados en la introducción, la estimación de los parámetros del modelo se realizó inicialmente mediante una regresión lineal por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Posteriormente, se evaluó la presencia de dependencia espacial en los residuos del modelo mediante el test de Moran. Los resultados indicaron autocorrelación espacial significativa, lo que motivó la aplicación de los test de multiplicadores de Lagrange robustos. Estos confirmaron la necesidad de introducir correcciones que contemplaran rezagos espaciales, tanto en la variable dependiente como en el término de error.

Los *test* de Moran y Lagrange fueron aplicados utilizando una matriz de pesos espaciales basada en la inversa de la distancia euclidiana entre observaciones, dentro de un radio de 500 metros. En función de los resultados obtenidos, se procedió a estimar un modelo *Spatial Autoregressive Confused* (SAC), que permite abordar simultáneamente la existencia de autocorrelación en la variable dependiente (SAR) y en los errores espaciales (SEM) mejorando así la consistencia y eficiencia de las estimaciones.

El modelo clásico de regresión lineal MCO arrojó un R-cuadrado ajustado de 0,841, lo que indica que el modelo explica aproximadamente el 84% de la variabilidad observada de la variable dependiente. Por su parte, la desviación estándar de los residuos se ubicó en 0,3538, lo que ofrece una medida del error promedio de las predicciones en la escala logarítmica del precio por m^2, proporcionando así una referencia sobre la precisión del modelo.

Por otro lado, el modelo espacial SAC ofrece un desempeño superior en varios aspectos. En primer lugar, alcanza un pseudo-R^2 de Nagelkerke de 0,872, lo que evidencia una mayor capacidad explicativa del modelo al incorporar explícitamente la estructura espacial de los datos. Además, la desviación estándar residual se reduce a 0,3067, lo que refleja una mejora en la precisión del ajuste respecto del modelo MCO.

Además, el test de razón de verosimilitud ($LR = 403,3$; $p < 0,001$) indica que el modelo espacial presenta un ajuste significativamente superior al modelo MCO. De igual manera, el criterio de información de Akaike (AIC) es considerablemente más bajo en el modelo espacial (1323,2 frente a 1722,5 en el MCO), lo que sugiere una mejor relación entre complejidad del modelo y su capacidad explicativa.

Estos resultados justifican la incorporación de la estructura de dependencia espacial en el proceso de estimación.

En la versión final del modelo de regresión espacial, las variables que resultaron estadísticamente significativas para la homogeneización de la variable dependiente fueron: superficie, frente y tipo de valor.

A partir de este procedimiento, se estimaron los coeficientes de homogeneización presentados en la Tabla 3, los cuales derivan de las características de un terreno típico en el mercado analizado. La tabla muestra los parámetros estimados de las variables incluidas en la función de homogeneización. Por ejemplo, duplicar la superficie respecto al valor mediano implica una reducción del 44% en el precio por m^2, mientras que duplicar la medida del frente se asocia a un incremento del valor unitario cercano al 22%. Por otra parte, los lotes en condición de oferta presentan un precio aproximadamente 23% superior en comparación con aquellos correspondientes a ventas efectivas o tasaciones[11]. Estos resultados evidencian el impacto que tienen las características físicas y comerciales en la formación de los precios del suelo urbano dentro del área de estudio.

Tabla 3. Coeficientes resultantes

Variable	Efecto
superficie	-0.44
frente	0.22
tipo valor cierre	-0.23

Fuente: elaboración propia.

Los parámetros obtenidos permiten, a través de la ecuación (2), calcular el coeficiente de homogeneización para cada observación de la muestra. Este coeficiente expresa en qué medida cada terreno se desvía del lote típico definido por el modelo. De este modo, un terreno cuyas características se asemejan al lote representativo del mercado tenderá a asumir un valor próximo a 1, mientras que aquellos con atributos significativamente diferentes presentarán coeficientes mayores o menores, según el impacto relativo de dichas características sobre el valor unitario de la tierra.

$$coefi = (m^2i / mediana(m^2))^{\beta_1} \times (frentei / mediana(frente))^{\beta_2} \times exp(valor_ventai \times \beta_3)$$

11 En este punto, cabe aclarar que en función de la entrevistas a referentes sectoriales, en la ventana temporal analizada el mercado inmobiliario se encontraba en proceso recesivo, tendiente a un fuerte ajuste de los precios por el lado de la demanda, sin que se produjera convalidación de los elevados precios de oferta. No obstante, es probable que este coeficiente de ajuste esté condicionado por la escasa incidencia de los valores de cierre y tasación en la muestra.

Donde:

- coefi: Coeficiente estimado para la observación i.
- m^2i: Superficie del lote (en m^2) para la observación i.
- frentei: Longitud del frente del lote para la observación i.
- mediana(m^2), mediana(frente): Mediana de cada variable en la muestra.
- valor_ventai: Variable indicadora para el tipo de valor (por ejemplo, si es valor de venta u oferta).
- β_1, β_2, β_3: Coeficientes estimados por el modelo para cada variable.
- exp(): Función exponencial que capta el efecto multiplicativo de las variables categóricas.

En la Figura 2 se observa que la mayoría de los terrenos incluidos en la muestra presentan coeficientes de homogeneización entre 0,8 y 1,2 en respecto al terreno típico del Gran La Plata. Esto indica que, en términos generales, las características de los lotes no difieren sustancialmente del terreno típico. El valor mínimo del coeficiente de homogeneización es 0,5 y el valor máximo es 2,3, lo que da cuenta de la presencia de casos atípicos con atributos significativamente distintos al lote típico.

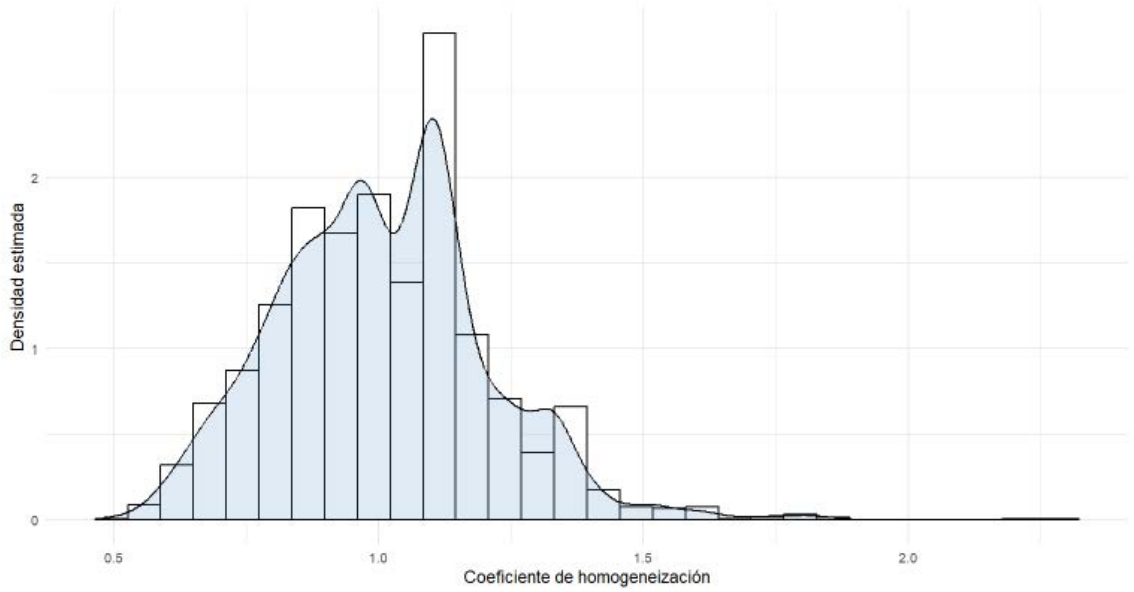


Figura 2. Histograma de los coeficientes de homogeneización de la muestra
Fuente: elaboración propia.

Al dividir el precio por m^2 de cada observación por el coeficiente homogeneización correspondiente, se obtiene una matriz de valores homogéneos. Este indicador, en línea con los desarrollos previos (IDECOR 2021), fue denominado Valor Unitario de la

Tierra (VUT). En la Tabla 4 se muestran tres ejemplos ilustrativos de la aplicación de este procedimiento.

Al contar con la muestra de precios expresada en VUT, fue posible identificar valores atípicos por efectos de proximidad en contextos urbanos semejantes. Para ello, se calculó el valor promedio de VUT en un vecindario con un radio de 500 m. Luego, mediante la comparación del VUT de cada observación y el promedio de su vecindario, se detectaron automáticamente *outliers* (utilizando un criterio basado en parámetro: valores inferiores a 0,5 y superiores a 1,5 veces el VUT promedio del vecindario). Posteriormente, se realizó un análisis detallado de estos casos para determinar si corresponden a quiebre en los patrones de valor en el espacio urbano o, por el contrario, a errores derivados de las etapas de relevamientos y sistematización de las matrices de datos.

Tabla 4. Comparación de ejemplos en base coeficientes resultantes

Descripción de la observación de mercado	Terreno en calle 483 entre 7 y 8; Barrio Savoia. 2160 m2, 18 x 120, esquina. (id 1872)	Terreno en calle 15 y calle 46 bis, Villa del Plata, 504 m2, 16 x 32, medial. Ensenada. Oferta (id2300)	Terreno en Calle 21 y calle 464, 180 m2,15 x 12, medial. City Bell, La Plata. medial.Tasación (id2416)
Valor relevado (en usd/m^2)	23	157	250
Coef. total de homogeneización	0,53	0,98	1,21
VUT (en usd/m^2)	43	160	206

Fuente: elaboración propia.

Entrenamiento del modelo predictivo

En consonancia con la literatura especializada en la técnicas de valuación masiva automatizada (Piumetto et al. 2019; IDECOR, 2021; Carranza et al. 2022; Carranza, 2024), se optó por entrenar el modelo predictivo utilizando el algoritmo *Quantile Random Forest* (QRF), reconocido por su destacado desempeño en la minimización del error de presición. Esta técnica constituye una extensión del algoritmo *Regression Random Forest* (RRF), con la diferencia clave de que, en lugar de predecir únicamente la media, permite estimar cualquier cuantil de la distribución condicional de la variable dependiente.

El QRF se basa en árboles de decisión tipo CART (*Classification and Regression Trees*), los cuales se construyen a partir de múltiples submuestras aleatorias del conjunto de datos, empleando también subjconjuntos aleatorios de variables independientes en cada iteración. Cada árbol busca minimizar el error cuadrático medio seleccionando las variables y los puntos de corte que mejor separan los datos en los nodos.

Además, al incluir las coordenadas geográficas como variables independientes dentro del proceso de entrenamiento de los árboles, se maximiza la capacidad del modelo para capturar la heterogeneidad espacial de las relaciones entre las variables explicativas y el valor del suelo. Esta estrategia resulta clave para modelar un fenómeno inherentemente geográfico como es la formación de precios del suelo urbano.

Estudios recientes (Carranza, 2024), destacan que el aprendizaje computacional representa un cambio de enfoque epistemológico en la valuación urbana, diferenciándose de las técnicas tradicionales de regresión lineal. Desde esta perspectiva, la intervención del investigador se limita principalmente a la selección de las variables a incorporar en el modelo, mientras que las relaciones entre dichas variables —y entre éstas y el precio— emergen de los propios datos, sin necesidad de establecer supuestos funcionales a priori.

Una de las características distintivas de este enfoque es su capacidad para capturar relaciones no lineales y espacialmente heterogéneas, aspecto especialmente relevante en un fenómeno como el mercado de suelo urbano, cuya dinámica varía según la localización. En este sentido, se prescinde de muchos de los supuestos estadísticos restrictivos propios de la regresión lineal clásica, tales como la especificación de una función de probabilidad para los errores, la homocedasticidad o la ausencia de multicolinealidad entre variables independientes. El aprendizaje computacional, por tanto, permite construir modelos más flexibles y ajustados a la complejidad del territorio (Carranza, 2024).

Para entrenar el algoritmo se implementó un procedimiento de validación cruzada, que consiste en segmentar la muestra de observaciones en distintos subconjuntos. En cada iteración, uno de estos subconjuntos se reserva como conjunto de testeo —es decir, datos que son escondidos al algoritmo durante el entrenamiento— con el fin de evaluar su capacidad predictiva fuera de la muestra utilizada para ajustar el modelo. De forma secuencial, todos los subconjuntos rotan en esta función, permitiendo que cada observación sea utilizada tanto para entrenar como para validar el modelo, lo que mejora la robustez del proceso de evaluación.

La métrica empleada para medir el desempeño del modelo fue el *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Una vez finalizado el proceso de validación cruzada, se seleccionó el modelo con menor MAPE como el más eficiente (Figura 3), y fue este el utilizado para predecir los valores del suelo urbano en la totalidad de las localizaciones del área de estudio.

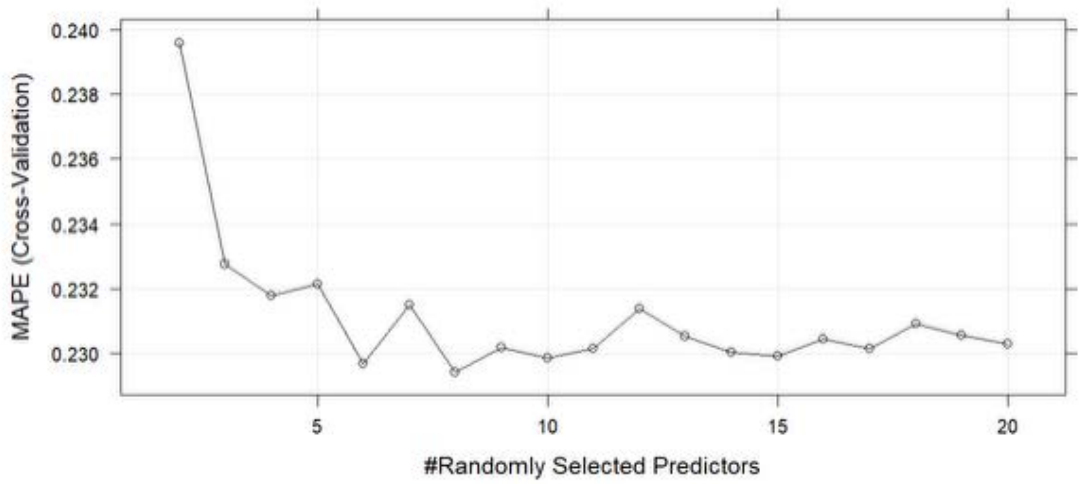


Figura 3. Entrenamiento del algoritmo
Fuente: elaboración propia.

Predicción del precio de la tierra urbana en el área de estudio

Una vez entrenado y validado el modelo predictivo, se procedió a estimar el VUT para la totalidad de los píxeles del área de estudio, en función de la combinación específica de variables independientes presentes en cada uno de ellos. En el caso del aglomerado urbano del Gran La Plata, la delimitación del área de estudio se basó, en primera instancia, en los límites del área urbana y complementaria delimitada por Decreto Ley 8.912 Según la delimitación urbanística registrada en urBAsig (https://urbasig.gob.gba.gob.ar/) en base a las ordenanzas locales convalidadas a nivel provincial. . No obstante, este criterio fue ampliado mediante la incorporación de otros factores que permiten capturar fenómenos urbanos emergentes y realidades no formalizadas. Entre estos criterios complementarios se incluyeron: loteos urbanos registrados en el catastro territorial provincial sin uso del suelo legalmente reconocido como urbano; urbanizaciones populares sin subdivisión catastral formal; urbanizaciones cerradas con o sin regularización urbanística; loteos indivisos o condominios de propietarios en áreas rurales; y zonas que concentran al menos 10 medidores eléctricos dentro de una equidistancia de 100 m[12], lo cual denota un patrón de ocupación de suelo urbano o cuasi urbano.

RESULTADOS

En este apartado se presenta como resultado principal el mapa del VUT estimado para el área de estudio.

Es importante señalar que, en el marco de la estrategia metodológica diseñada, aún

12 De la empresa prestataria del servicio Edelap.

resta una etapa clave: la *deshomogeneización* del valor estimado. Es decir, se requiere traducir el valor homogéneo correspondiente al lote típico —sobre el cual se entrenó el modelo a partir de la muestra de mercado— a las condiciones particulares de cada parcela registrada en el catastro territorial. En otras palabras, los valores presentados en el apartado siguiente reflejan el VUT para un lote estándar, sin haber sido aún ajustados según atributos físicos específicos como superficie y frente, propios de cada una de las parcelas que integran la estructura parcelaria del Gran La Plata.

La distribución del VUT estimado por el modelo se representa en la Figura 4. A nivel general, se observa un marcado contraste entre los valores registrados en el casco fundacional de la ciudad y los del resto del espacio urbano del aglomerado. Dentro del propio casco, el cuadrante delimitado por las avenidas 1, 44, 13 y 60, presenta significativas diferencias internas, reflejo de las variaciones del perfil urbano y la especialización del uso del suelo en esta zona central.

Asimismo, el modelo permite identificar fenómenos de valorización diferencial asociados a la proximidad de espacios verdes y de grandes avenidas urbanas. Este patrón no sólo se verifica en sectores consolidados, sino también a lo largo de corredores suburbanos. Tal es el caso de la avenida 7 hacia el sudeste del área urbanizada, así como de las avenidas 66, 44 y 520 en dirección sudoeste, donde se aprecian dinámicas de valorización inducidas por la accesibilidad y la consolidación progresiva del tejido urbano.

Otro aspecto relevante que surge de la Figura 4 es la diferenciación de valores del suelo urbano en torno a las subcentralidades de las distintas localidades que integran el aglomerado. Estas áreas, si bien periféricas respecto del casco fundacional, concentran funciones urbanas de jerarquía intermedia —comercio, equipamiento, servicios— que tienden a sostener valores superiores al promedio de su entorno inmediato. A modo de ejemplo, se destacan los valores observados en el centro de City Bell, en el sector noroeste del aglomerado, así como en las áreas centrales de Los Hornos, San Carlos, Romero, Abasto y Los Olmos en el sudoeste. De igual manera, se verifican niveles diferenciados de valorización en los núcleos históricos y administrativos de Ensenada y Berisso, cuyas centralidades locales articulan un tejido urbano consolidado y concentran funciones de escala metropolitana —como el puerto, la zona franca y el polo petroquímico— que inciden en la dinámica del mercado de suelo.

La formación de los precios del suelo urbano también pone de manifiesto la división social del espacio metropolitano en función de los ejes de expansión urbana. Se observa un marcado contraste entre el cono de alta renta en el eje noroeste, donde se concentran urbanizaciones formales, barrios cerrados y sectores consolidados habitados en mayor medida por hogares de ingresos medios y altos, y los ejes de expansión sudoeste y sudeste, caracterizados por una mayor presencia de urbanizaciones populares informales, lotes sin infraestructura básica y poblaciones pertenecientes a los estratos bajos y medios. Esta diferenciación territorial no sólo expresa desigualdades en el acceso al suelo urbano formalizado, sino que reproduce patrones históricos de segregación socioespacial en el aglomerado del Gran La Plata.

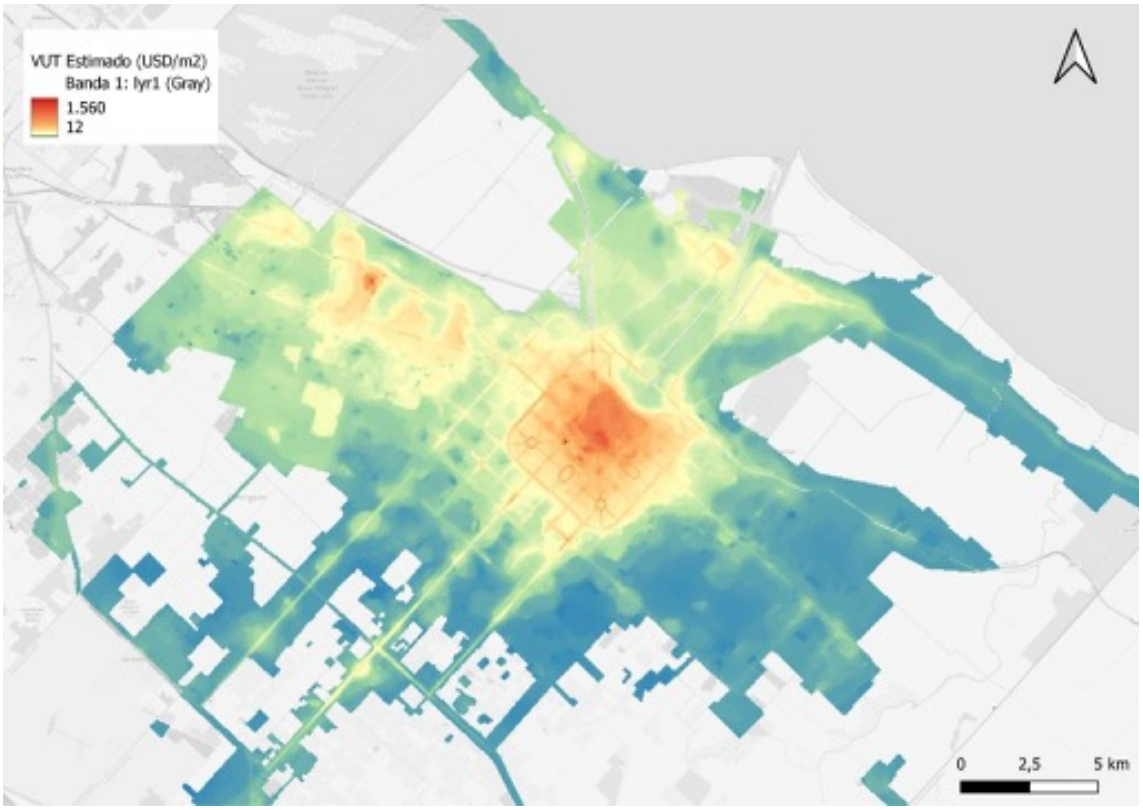


Figura 4. Distribución del valor unitario de la tierra (VUT)
Fuente: elaboración propia.

En términos generales, el mapa resultante de la predicción del VUT mostró una distribución espacial de valores coherente con la observación directa realizada por el equipo de trabajo en el Gran La Plata. Asimismo, el análisis de importancia de las variables independientes en la reducción del error del modelo (Figura 5) arrojó como resultado variables asociadas a un mayor disposición de pago (producto de la demanda derivada de actividades comerciales y la construcción de vivienda multifamiliar). Entre las variables con mayor peso se encuentra la cantidad de medidores eléctricos con uso comercial registrados en un radio de 500 m, lo que refuerza la influencia significativa de la centralidad funcional y la intensidad del uso urbano en la formación del valor del suelo.

El segundo grupo de variables con mayor impacto en la reducción del error del modelo se vinculó con la densificación del espacio construido y la presencia de vivienda multifamiliar en altura. En este sentido, destacaron variables tales como la altura constructiva promedio del vecindario, el potencial constructivo medido a través del factor de ocupación total (FOT), el volumen total en m^2 construidos en el área circundante y la cantidad de unidades funcionales subdivididas bajo el régimen de propiedad horizontal. Estos indicadores reflejan la importancia de la composición tipológica edificatoria en la formación del valor del suelo dentro del área de estudio.



Figura 5. Importancia de las variables en la reducción de la varianza
Fuente: elaboración propia.

El tercer grupo de variables con mayor incidencia en el modelo mostró una mayor heterogeneidad, vinculándose principalmente con diversas dimensiones de la estructura urbana. Entre estas se incluyen la distancia a estaciones de tren activas, el porcentaje de superficie edificada en el vecindario, la proximidad a los principales centros comerciales, la distancia a rutas y autopistas, la cercanía a barrios populares, espacios verdes y rellenos sanitarios, así como la cantidad de atractivos turísticos en la zona. También resultaron relevantes la distancia al polo petroquímico y la proximidad a vías rápidas. Estas variables reflejan múltiples factores contextuales que influyen en la valorización diferencial del suelo en el Gran La Plata (Figura 5).

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El ejercicio preliminar para estimar el precio del suelo urbano en el Gran La Plata presentó un error global del 22,9%, cifra que se considera aceptable y consistente con los resultados reportados en la literatura especializada (Piumetto et al., 2019; Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba, 2021; Carranza et al., 2022). Este nivel de precisión valida el enfoque metodológico adoptado, en particular la integración de técnicas espaciales y de aprendizaje computacional para abordar la complejidad del mercado inmobiliario.

Sin embargo, es importante señalar que el desempeño del modelo no es homogéneo en todo el espacio urbano; en ciertos sectores la capacidad predictiva puede disminuir, reflejando la heterogeneidad y particularidades locales que no son totalmente capturadas por las variables utilizadas. Este hecho subraya la necesidad de diseñar es-

trategias auxiliares que permitan identificar con mayor precisión las causas y las zonas específicas donde el modelo muestra limitaciones, ya sea por características particulares del mercado, la calidad y cantidad de datos disponibles, o la influencia de otros factores no considerados. El análisis crítico de estos aspectos será fundamental para mejorar la aplicación de estas metodologías a la planificación urbana, la formulación de políticas públicas y la regulación del mercado inmobiliario local.

En esta línea, la validación de los resultados con referentes sectoriales constituye una de las estrategias en curso para fortalecer y mejorar el desarrollo metodológico. El diálogo con actores del mercado inmobiliario, organismos públicos y especialistas permitirá contrastar y ajustar los valores estimados, asegurando una mayor coherencia.

Asimismo, se espera avanzar en la densificación de la cobertura muestral, incorporando mayor cantidad y diversidad de datos para robustecer la representatividad espacial. El control de los efectos de temporalidad de las observaciones de precio también resulta clave para minimizar sesgos derivados de la dinámica del mercado a lo largo del período analizado.

Finalmente, se trabajará en el ajuste de la construcción de algunas variables independientes, especialmente aquellas orientadas a mejorar la precisión del modelo en sitios puntuales del aglomerado urbano. A modo de hipótesis, se plantea que la fragmentación urbana (Frediani, 2010), la heterogeneidad del crecimiento urbano en las últimas dos décadas (González et al., 2024) y la proliferación de un sinnúmero de loteos indivisos ilegales e irregulares (Concejo Deliberante de La Plata, 2025) podrían ser algunos de los factores urbanos -que complementariamente a los factores técnicos antes mencionados- explican la dificultad de para optimizar el desempeño del modelo en ciertas áreas del Gran La Plata.

En relación con la agenda del Observatorio de Valores e Instrumentos de Gestión de Suelo Urbano, resulta oportuno analizar la relación entre la ampliación de la muestra y la incorporación de variables independientes en la reducción del error del modelo. Este análisis es especialmente relevante considerando el costo económico asociado a la extensión del estudio a otras ciudades de la provincia de Buenos Aires.

Respecto a la utilización de estos modelos predictivos en el ámbito de las políticas de recuperación pública de plusvalías urbanas —tal como se plantea en Carranza (2024)—, en ciudades con dinámicas predominantemente expansivas como el Gran La Plata, resulta fundamental diseñar modelos complementarios que permitan estimar el valor de la tierra rústica sin subdividir, tanto en el área rural como en los grandes intersticios urbanos. Asimismo, será necesario sistematizar los costos de urbanización (Percossi Bosero, 2024) para posibilitar un cálculo efectivo y preciso de la plusvalía urbana.

En cuanto a las potencialidades metodológicas, el enfoque de valuación basado en aprendizaje computacional ofrece ventajas significativas. Por un lado, permite construir índices de precios inmobiliarios de manera dinámica, sin limitarse a un único tipo de inmueble ni a ámbitos territoriales excesivamente restringidos. Por otro lado, el alto grado de desagregación espacial que proporciona facilita la agregación posterior de los valores según diversas necesidades.

El enfoque propuesto en las páginas precedentes resulta complementario a los estudios de tasación particularizada, en los cuales las posibilidades de reconocer detalles de los inmuebles y la precisión es mayor. No obstante, cuando se requiere realizar análisis a gran escala —que involucren miles o incluso millones de inmuebles para decisiones en políticas públicas— los abordajes caso por caso no resultan operativos.

Por último, cabe destacar que, ante la necesidad de articular esfuerzos para generar información pública sobre el mercado inmobiliario provincial, las metodologías de valuación masiva basadas en aprendizaje computacional cuentan con un amplio campo de aplicación. La combinación del desarrollo de estas metodologías con la consolidación de la producción sistemática de datos primarios de valores permitiría fortalecer diversas políticas públicas vinculadas a la planificación urbana, la segmentación de mercados, la participación municipal en la valorización inmobiliaria, la conformación de consorcios urbanísticos público-privados, el diseño de programas de hábitat e, incluso, la política tributaria.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires, por la creación del Programa del Observatorio de Valores e Instrumentos de Gestión de Suelo Urbano, con el objetivo es desarrollar esta línea de investigación y articular la producción de conocimiento científico-técnico con los requerimientos de la política pública provincial. Como así también a la inmensa colaboración de los colegas de la Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba.

REFERENCIAS

BAER, L. (2011). *El mercado de suelo formal de la Ciudad de Buenos Aires en su contexto metropolitano* [Tesis de Doctorado no publicada]. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires

CARRANZA, J. P. (2024). *Inteligencia artificial aplicada a políticas de valuación masiva de la tierra urbana*. [Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Córdoba]. Repositorio Digital de la Universidad Nacional de Córdoba (RDU)

CARRANZA, J. P., PIUMETTO, M. A., LUCCA, C. M., & DA SILVA, E. (2022). Mass appraisal as affordable public policy: Open data and machine learning for mapping urban land values. *Land Use Policy*, 119, 106-211. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106211

CARRANZA, J. P., PIUMETTO, M. A., SALOMÓN, M. J., MONZANI, F., MONTENEGRO, M. G., & CÓRDOBA, M. A. (2019). Valuación masiva de la tierra urbana mediante inteligencia artificial. El caso de la ciudad de San Francisco, Córdoba, Argentina. *Vivienda y Ciudad*, 6, 90-112. https://revistas.unc.edu.ar/index.php/ReViyCi/article/view/27090

CERINO, R. M., CARRANZA, J. P., PIUMETTO, M. A., BULLANO, M. E., DONALISIO, V. C., & MONZANI, F. (2021). Propuesta metodológica para la valuación masiva del suelo urbano. *Vivienda y Ciudad*, 8, 261-274. https://revistas.unc.edu.ar/index.php/ReViyCi/article/view/35166

CONCEJO DELIBERANTE DE LA PLATA (2025). *Plan de Ordenamiento Territorial. Programa para el tratamiento administrativo de loteos ilegales e irregulares*. (Ordenanza Nº 12638). La Plata, Argentina. https://www.concejodeliberante.laplata.gob.ar/uploads/digesto/nuevos/or12638.pdf

DANTAS, R. A., PORTUGAL, J. L., & PRADO, J. F. (2006). Avaliação de cidades por inferência espacial: um estudo de caso para a cidade de Aracaju. En *Anais do XIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias* (COBREAP), Fortaleza, CE, Brasil

DA SILVA, E., COELHO, E. S., & AHIARA, D. K. (2 al 5 de mayo de 2012). Valuación masiva de inmuebles: propuesta para Belém do Pará - Brasil. *XI Congreso Nacional Agrimensura y VIII Congreso Latinoamericano de Agrimensura*. Córdoba, Argentina

DA SILVA, E. P., DA SILVA, L. R.; ZANCAN, E .C. & FERMO, G. (2015). Atualização dos valores unitários de edificações visando minimizar as distorções na cobrança do IPTU em Criciúma-SC. *Revista Brasileira de Cartografia*, 67(2), 373-389. https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44668

EGUINO, H., ERBA, D., OLIVEIRA, A. A. F. DE, PIUMETTO, M., CARRANZA, J. P., MORALES, H., GONZÁLEZ, M. A. S., BUENO, F. R., SILVA, E. D., SILVA, L. R. DA, VIEIRA, C. A. O., & OLIVEIRA, F. (2024). *Mercado inmobiliario e impuesto predial: Aplicaciones de técnicas de valuación masiva.* IDB Publications. https://doi.org/10.18235/0005488

HIJMANS, R. J. (2025a). *raster: Geographic Data Analysis and Modeling* (versión 3.6-32). https://cran.r-project.org/package=raster

HIJMANS, R. J. (2025b). *terra: Spatial Data Analysis* (Versión 1.8-50). https://cran.r-project.org/package=terra.

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA. (2021). *Estudio del mercado de suelo urbano de la provincia de Córdoba 2020*. Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba https://www.idecor.gob.ar/wp-content/uploads/2021/02/informe_Urbano_2020_.pdf

JARAMILLO GONZÁLEZ, S. (2009). *Hacia una teoría de la renta del suelo urbano* (2a. Ed.). Ediciones Uniandes

MORALES SCHECHINGER, C. (2005). *Algunas reflexiones sobre el mercado de suelo urbano* [Material del curso no publicado de Especialización en Mercado y Políticas de Suelo]. Lincoln Institute of Land Policy

FREDIANI, J. (2010). La expansión residencial en áreas periurbanas del partido de La Plata. *Proyecciones*, (9), 145-179. https://bdigital.uncu.edu.ar/11242

GONZÁLEZ, P.; RELLI, M.; JAIMARENA, R.; MUSANTE, F.; LOSANO, G.; MATEUCCI, L.; LAPOMARDA, L.; KIPERZMID, M., GIMÉNEZ. D.; TORRES, F. & VENTURA, V. (2024). La expansión urbana de La Plata. Un acercamiento cuantitativo a las formas de producción de suelo residencia y sus mecanismo de formalización (2004-2022). En *XII Jornadas de Sociología de la UNLP*. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/182872

MARCOS, M. & DEL RÍO, J.P. (2022) Los tipos de hábitat como entornos diferenciales en la metrópolis de Buenos Aires. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 37(3), 889-933

MASPONS, J., PADGHAM, M., RUDIS, B., LOVELACE, R., SALMON, M., (2023). *osmdata: Import "OpenStreetMap" data as simple features or spatial objects* (versión 0.2.5) [Software informático]. Comprehensive R Archive Network (CRAN). https://CRAN.R-project.org/package=osmdata

OLSTON, C., & NAJORK, M. (2010). Web crawling. *Foundations and Trends® in Information Retrieval*, 4(3), 175-246. https://doi.org/10.1561/1500000017

PERCOSSI BOSSERO, F. L. (4 al 6 de diciembre de 2024). Aportes Metodológicos para el cálculo de plusvalías urbanas en el Programa de Lostes con Servicios de la Provincia de Buenos Aires. En *XII Jornadas de Sociología de la UNLP*. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/182785

PEBESMA, E. (2025). sf: *Simple Features for R* (versión 1.0-21). [Software informático]. Comprehensive R Archive Network (CRAN). https://cran.r-project.org/package=sf

PIUMETTO, M. A., GARCÍA, G. M., MONAYAR, V., CARRANZA, J. P., MORALES, H., NASJLETI, T., & MENENDEZ, A. (2019). Técnicas algorítmicas y Machine Learning para la Valuación Masiva de la Tierra de la provincia de Córdoba. *Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 6(2), 49-52. https://revistas.unc.edu.ar/index.php/FCEFyN/article/view/24389

POLO, R.E., ALBERDI, R., & ERBA, D.A. (2023). Aplicación de técnicas de Machine Learning para valuación masiva de inmuebles en ciudades intermedias de Mendoza. *Investigación, Ciencia y Universidad*, 7(9), 74-86. https://doi.org/10.59872/icu.v7i9.428

REESE, E. (2006). La situación actual de la gestión urbana y la agenda de las ciudades argentinas. *Medio Ambiente y Urbanización*, 65(1), 3-21. https://www.ingentaconnect.com/contentone/iieal/meda/2006/00000065/00000001/art00002

ROSANOVICH, S. (2025). *Estado y acceso a la vivienda. Políticas públicas transversales y sus efectos en el mercado inmobiliario residencial formal en la ciudad de Buenos Aires.* [Tesis doctoral no publicada]. Universidad Nacional de Quilmes

ROSS, N., SUMNER, M., OOMS, J., STEVENS, A., ALLIANCE, E., & PREDICT, U. (2024). *fasterize: Fast polygon to raster conversion* (versión 1.0.4) [Software informático]. Comprehensive R Archive Network (CRAN). https://CRAN.R-project.org/package=fasterize

SMOLKA, M. (2013). *Implementación de la recuperación de plusvalías en América Latina: políticas e instrumentos para el desarrollo urbano*. Lincoln Institute of Land Policy. https://www.lincolninst.edu/app/uploads/legacy-files/pubfiles/implementacion-recuperacion-de-plusvalias-full_0.pdf

WALTERS, L. (2016). *Leveraging land: land-based finance for local governments*. UNHabitat. https://unhabitat.org/leveraging-land-land-based-finance-for-local-governments-a-trainers-guide

ZHAO, B. (2017). Web Scraping. En Schintler, L., McNeely, C. (Eds.) *Encyclopedia of Big Data* (pp. 1-3). Springer International Publishing AG. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32001-4_483-1

BLOQUE 4

Infraestructuras de Datos Espaciales y vulnerabilidad social

Caracterización de barrios de Bahía Blanca (Argentina) con base en indicadores censales

Una aplicación de análisis espacial mediante QGIS

(Informe técnico)

Characterization of Neighborhoods in Bahía Blanca (Argentina) Based on Census Indicators An Application of Spatial Analysis Using QGIS (Technical report)

Caracterização de Bairros de Bahía Blanca (Argentina) com Base em Indicadores Censitários Uma Aplicação de Análise Espacial com Uso do QGIS (Relatório técnico)

Marina Tortul[1]*

1 Departamento de Economía, Universidad Nacional del Sur (UNS) e Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales del Sur (IIESS), UNS-CONICET.
**: marina.tortul@uns.edu.ar*

Resumen: El uso de los Sistemas de Información Geográfica ha transformado el análisis espacial en las Ciencias Sociales, permitiendo estudios más precisos sobre las desigualdades territoriales. En ciudades intermedias como Bahía Blanca (Argentina), los barrios constituyen unidades socioespaciales clave para comprender los procesos de reproducción de ventajas y desventajas sociales que se manifiestan en patrones persistentes de segregación. Investigaciones previas realizadas desde el Departamento de Economía de la Universidad Nacional del Sur y del Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales del Sur han demostrado la eficacia del enfo-

que espacial para visibilizar disparidades en dimensiones como educación, salud y cultura. Con el objetivo de generar herramientas comparables y replicables que fortalezcan el diagnóstico territorial y la planificación pública, el presente informe técnico propone una estrategia metodológica para caracterizar los barrios de la ciudad a partir del análisis de datos censales georreferenciados mediante QGIS. En particular, se aborda el caso de la proporción de hogares con necesidades básicas insatisfechas.

Palabras clave: *análisis espacial, barrios, Bahía Blanca, Sistemas de información geográficos.*

Abstract: The use of Geographic Information Systems (GIS) has transformed spatial analysis in the Social Sciences, enabling more precise studies of territorial inequalities. In intermediate cities such as Bahía Blanca (Argentina), neighborhoods represent key socio-spatial units for understanding processes of social advantage and disadvantage reproduction, which manifest in persistent segregation patterns. Previous research conducted by the Department of Economics of the National University of the South and the Institute of Economic and Social Research of the South has demonstrated the effectiveness of the spatial approach in revealing disparities across dimensions such as education, health, and culture.
Aiming to generate comparable and replicable tools that strengthen territorial diagnosis and public planning, this technical report proposes a methodological strategy to characterize the city's neighborhoods using georeferenced census data processed through QGIS. Specifically, the study examines the proportion of households with unmet basic needs, illustrating the potential of spatial analysis to inform evidence-based territorial policies.

Keywords: *spatial analysis, neighborhoods, Bahía Blanca, Geographic Information Systems.*

Resumo: O uso dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) transformou a análise espacial nas Ciências Sociais, possibilitando estudos mais precisos sobre as desigualdades territoriais. Em cidades intermediárias como Bahía Blanca (Argentina), os bairros constituem unidades socioespaciais fundamentais para compreender os processos de reprodução de vantagens e desvantagens sociais, que se expressam em padrões persistentes de segregação. Pesquisas anteriores realizadas pelo Departamento de Economia da Universidade Nacional do Sul e pelo Instituto de Pesquisas Econômicas e Sociais do Sul demonstraram a eficácia do enfoque espacial na identificação de disparidades em educação, saúde e cultura.
Com o objetivo de gerar ferramentas comparáveis e replicáveis que fortaleçam o diagnóstico territorial e o planejamento público, este relatório téc-

nico propõe uma estratégia metodológica para caracterizar os bairros da cidade a partir da análise de dados censitários georreferenciados utilizando o QGIS. Especificamente, aborda-se o caso da proporção de domicílios com necessidades básicas não satisfeitas, destacando o potencial da análise espacial para subsidiar políticas territoriais baseadas em evidências.

Palavras-chave: *análise espacial, bairros, Bahía Blanca, Sistemas de Informação Geográfica.*

Proyecto marco en el que se elabora el informe: Este informe se inscribe en el marco del Proyecto de Grupo de Investigación – PGI (2023-2026). Patrimonio territorial y turismo cultural: desafíos y posibilidades para la ciudad de BB y la región. Un análisis desde la economía de la cultura. Secretaría General de Ciencia y Tecnología (SGCYT), UNS.

Personas a cargo del proyecto: Viviana Leonardi.

Institución que solicita el proyecto: Departamento de Economía, UNS e Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales del Sur (IIESS, UNS-CONICET).

Tipo de vinculación: Proyecto institucional.

Vinculaciones y aplicaciones a partir de este informe técnico: el presente informe busca sentar las bases metodológicas para el análisis territorial basado en indicadores censales a escala barrial en la ciudad de Bahía Blanca. Se espera que sus resultados puedan ser utilizados por organismos públicos locales para el diseño de políticas focalizadas, así como por equipos de investigación que requieran integrar datos censales con información georreferenciada.

El presente Informe Técnico no viola acuerdos de confidencialidad entre las partes ni de divulgación de datos sensibles propios o de terceros.

INTRODUCCIÓN

El auge de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ha extendido el análisis espacial a diversas disciplinas, posibilitando el estudio de fenómenos complejos desde un enfoque multidisciplinario (Fuenzalida & Cobs, 2013). En particular, en el ámbito de las ciencias sociales y económicas, los SIG han permitido una nueva forma de comprender y representar las desigualdades socioeconómicas, abriendo la posibilidad de análisis más precisos y detallados a nivel territorial (Buzai & Baxendale, 2006; Linares y Lan, 2007; Linares, 2011). En esta línea, Bosisio y Moreno Jiménez (2020) abordan el caso de Santa Fe de la Vera Cruz mediante técnicas de análisis espacial y estadístico sobre datos censales, lo que les permite identificar patrones intraurbanos de vulnerabilidad y privación social con alta precisión territorial. Su trabajo confirma el valor del SIG para el diagnóstico urbano a escalas desagregadas.

En las ciudades intermedias, la organización del espacio urbano se estructura en torno a agrupamientos barriales que presentan características sociales, económicas y culturales relativamente homogéneas. Estos barrios funcionan como marcos de socialización fundamentales, donde los individuos construyen sus valores, hábitos de consumo, expectativas y capacidades de acción. Tales condiciones no sólo definen oportunidades inmediatas, sino que también se transmiten intergeneracionalmente, consolidando círculos de reproducción de ventajas o desventajas sociales dentro del territorio (Linares, 2011). La persistencia de estos procesos en el tiempo da lugar a patrones de segregación socioespacial, en los que la ubicación geográfica de los grupos sociales tiende a reproducir jerarquías estructurales.

En algunas ciudades intermedias de América Latina, y particularmente en la provincia de Buenos Aires, la configuración del tejido urbano responde a un patrón clásico de centro-periferia, donde las clases altas y medias ascendentes se concentran en el centro histórico, caracterizado por buena accesibilidad, infraestructura consolidada y mejores condiciones habitacionales. Hacia la periferia, en cambio, se observa un progresivo deterioro de las condiciones materiales y sociales, conformando un gradiente territorial de desigualdad (Linares, 2011).

Sin embargo, en ciudades más grandes o con trayectorias metropolitanas más complejas, este modelo ha sido profundamente transformado. Como señala Carrión (2001), se observan procesos de deterioro en centros históricos, desplazamiento de sectores de altos ingresos hacia periferias cerradas, y consolidación de nuevas centralidades fragmentadas y excluyentes. De este modo, al modelo tradicional se han sumado, en años recientes, procesos de suburbanización que transforman la ocupación del espacio urbano. Así, comienzan a emerger barrios cerrados y urbanizaciones de alta gama en las zonas periféricas que funcionan como nuevos suburbios de alto poder adquisitivo. Estos enclaves exclusivos consolidan nuevas centralidades residenciales para los sectores más acomodados, contribuyendo a una polarización del espacio urbano: mientras el centro mantiene su relevancia simbólica y funcional, la periferia se fragmenta entre asentamientos populares y desarrollos elitistas (Rodríguez & Molinatti, 2024).

En este marco, los análisis socioeconómicos con enfoque espacial cobran particular importancia cuando se realizan a escala barrial, ya que, como se ha mencionado, esta unidad territorial posee dinámicas propias. A su vez, el barrio constituye una escala de análisis cercana y comprensible tanto para la ciudadanía como para los actores institucionales, lo que la convierte en una herramienta valiosa para el diseño e implementación de políticas públicas orientadas a reducir desigualdades territoriales.

En Bahía Blanca, Argentina, que puede considerarse como una ciudad intermedia en virtud de su rol como nodo estratégico de comunicaciones y centro económico, social y cultural para una amplia región del sur del país (Schroeder & Formiga, 2011; Diez & Pasciaroni, 2018), se han desarrollado antecedentes de estudios con esta orientación. Particularmente, desde el Departamento de Economía de la Universidad Nacional del Sur (UNS) y del Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales del Sur (IIESS, UNS-CONICET), se han abordado distintas dimensiones socioeconómicas —como el acceso a la cultura, la educación y la salud— mediante enfoques espaciales (Villarreal et al.,

2020; Krüger et al., 2021; Leonardi et al., 2022; Leonardi et al., 2023; Leonardi & Tortul, s.f.). Estos trabajos han puesto en evidencia la utilidad de los SIG para visualizar y comprender las dinámicas de fragmentación y diferenciación social en el ámbito local. A partir de estas experiencias, resulta pertinente avanzar hacia una metodología sistemática que permita dar continuidad a estos estudios, haciéndolos comparables en el tiempo y replicables en otras ciudades.

En este contexto, el presente trabajo propone una estrategia metodológica para caracterizar los barrios de Bahía Blanca a partir del uso de datos censales georreferenciados, utilizando herramientas de análisis espacial en QGIS. Específicamente, esta tarea se aborda mediante el análisis de la proporción de hogares con necesidades básicas insatisfechas (NBI). No obstante, su objetivo es sentar las bases para que investigaciones futuras contribuyan a realizar un diagnóstico territorial más preciso y comparable, y resulten más valiosas para la elaboración de políticas públicas locales con enfoque espacial.

Hasta el momento, no se conoce un documento que sistematice de manera integral los indicadores censales de la ciudad a escala barrial. Este informe técnico constituye el primer esfuerzo en ese sentido.

MÉTODOS Y FUENTES UTILIZADOS

Tal como proponen Bosisio y Moreno Jiménez (2020), la unidad espacial de análisis debe elegirse con criterios de relevancia territorial y operatividad institucional. En este informe, se opta por la escala barrial como alternativa al radio censal, con el fin de lograr una representación más coherente con las dinámicas sociales y la planificación local.

Las fuentes de información para el análisis socioeconómico con perspectiva barrial son dos. Por un lado, la capa de Radios censales del Partido de Bahía Blanca y la información socioeconómica provista por los Censos Nacionales de Población, Hogares y Viviendas. En el caso de este documento de trabajo, se utiliza la información de la edición 2010 (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INDEC], s.f.)[1]. Por otro lado, la georreferenciación de los barrios de la localidad de Bahía Blanca es provista por la Municipalidad.

Para compatibilizar estas fuentes de información y sentar las bases del análisis socioeconómico desde el punto vista barrial, se propone una estrategia metodológica basada en herramientas de análisis vectorial y manejo de tablas de atributos mediante el software QGIS. La propuesta aquí desarrollada resulta replicable en otras localidades del país que enfrentan problemáticas similares de escalamiento territorial en el análisis de datos censales y resulta especialmente rica en tanto se trabaja mediante un software libre.

1 El uso de datos del Censo 2010 responde a que esta propuesta metodológica comenzó a gestarse en 2016, en el contexto de las primeras investigaciones del IIESS orientadas por un enfoque espacial.

A continuación, se indica el paso a paso de este procedimiento y se especifican los comandos utilizados en QGIS.

Sistema de coordenadas de referencia (SCR)

El SCR (Sistema de Coordenadas de Referencia) utilizado es POSGAR 94/ ARGENTINA 5 EPSG:22185, correspondiente a una proyección cartográfica Gauss- Krüger Faja 5, asociada al marco de referencia Posgar 94 - Gauss-Krüger Faja 5 / POSGAR 94.

Fuente de información de datos georreferenciados

INDEC publica información georreferenciada proveniente de los Censos Nacionales de Población, Hogares y Viviendas a nivel de radio censal, lo que habilita la realización de análisis socioeconómicos con enfoque espacial. Entre la información más relevante, se destacan datos de índole demográfico (cantidad de personas, edad, sexo), social (nivel de educación), condiciones habitaciones (acceso a agua corriente y otros servicios, condiciones generales de la vivienda, cantidad de habitaciones), cantidad de hogares con NBI. En este documento se toma como caso de estudio el porcentaje de hogares con NBI.

Los indicadores presentados por INDEC (s.f.) se descargan en formato MS Excel. Luego se convierte al formato CSV (valores delimitados por comas), UTF-8. Se verifica que el ID de cada radio censal corresponda a la unión del código de provincia (6), partido (056), fracción y radio. Se nota que este identificador es diferente al código CLAVERA que presenta INDEC (s.f.), en tanto este último también incluye el código de la localidad. Se carga la tabla de datos al proyecto de QGIS como Datos socioeconómicos.csv

> *Capa> Añadir capa > Añadir como capa de texto delimitado (CSV, delimitado por comas)> Nombre de archivo: Datos socioeconómicos.csv; Formato de archivo: Delimitadores personalizados (punto y coma); Definición de geometría: ninguna geometría (tabla solo de atributos)*

Georreferenciación de indicadores censales

A la capa de radios censales del partido de Bahía Blanca, se le une tabla de atributos de información socioeconómica, mediante la variable ID. Luego se guarda la capa para no perder la información, denominamos a esta capa Radios Censales del Partido de Bahía Blanca con datos

En la capa Radios censales del partido de Bahía Blanca. Capa> Propiedades de la capa>uniones> Unir capa: Datos socioeconómicos; Unir campos: ID; Campo objetivo: ID. (los campos de unión pueden llamarse diferente, pero deben contener los mismos datos).

> *Capa>Guardar como > Formato: archivo shape de ESRI; Nombre del archivo: Radios Censales del partido de Bahía Blanca con datos*

Capa de polígonos de barrios de Bahía Blanca

La Municipalidad de Bahía Blanca pone a disposición datos georreferenciados de los barrios de la ciudad. Para simplificar el análisis en este trabajo sólo se consideran los barrios oficiales. Dicha capa se añade como texto, WKT (Well-Known Text) y se le asigna el SCR correspondiente.

Capa> Añadir capa> Añadir capa de texto delimitado, texto bien conocido (WKT).

Comparación espacial de las capas Radios Censales del partido de Bahía Blanca con datos y Barrios

Para poder escalar la información de los radios censales a los barrios, es imprescindible que exista cierto grado de correspondencia espacial entre ambas capas. Por tal motivo, se realizó una superposición de las capas y se evaluaron visualmente las posibles discordancias entre ellas. Este procedimiento permitió identificar cuatro problemáticas principales, las cuales se describen a continuación junto con la propuesta metodológica desarrollada para resolverlas y así viabilizar la continuidad del análisis.

Problemática (i)

En primer lugar, se advierte que la capa de radios censales abarca la totalidad del partido de Bahía Blanca, incluyendo también las localidades de General Daniel Cerri y Cabildo y zonas rurales, mientras que la capa de barrios está delimitada exclusivamente para la localidad de Bahía Blanca. Para resolver esta disparidad territorial y asegurar la compatibilidad entre ambas capas, se procede a seleccionar únicamente los radios censales correspondientes a la localidad de Bahía Blanca, restringiendo así el análisis al área de interés.

En la capa Radios censales del partido de Bahía Blanca con datos. Seleccionar objetos espaciales usando una expresión > TIPO ="URBANO".

Capa> guardar como>guardar solo los objetos espaciales seleccionados. Formato: archivo shape de ESRI; Nombre del archivo: Radios censales de la localidad de Bahía Blanca.

Problemática (ii)

En segundo lugar, se observa que la capa de barrios incluye, además de los correspondientes a la localidad de Bahía Blanca, un polígono que representa a la localidad de General Daniel Cerri, incorporado como un barrio particular. A fin de mantener la coherencia espacial del análisis y limitarlo exclusivamente a la localidad de Bahía Blanca, se excluye dicho polígono de la capa, conservando únicamente los barrios efectivamente pertenecientes a la localidad bajo estudio.

En la capa Barrios. Seleccionar objetos por área o haciendo click > Barrio Cerri.Invertir selección de objetos.

Capa> guardar como>guardar solo los objetos espaciales seleccionados > Formato: archivo shape de ESRI; Nombre del archivo: Barrios de la localidad de Bahía Blanca.

Problemática (iii)

En tercer lugar, se advierte que la localidad de Bahía Blanca incluye tanto áreas urbanas como zonas clasificadas como mixtas. Sin embargo, para los fines del presente análisis, sólo resultan relevantes los radios censales de tipo urbano, dado que los barrios considerados corresponden a asentamientos plenamente urbanos. Si bien se detecta que algunos barrios se extienden parcialmente sobre radios mixtos aledaños, se decide excluir estos radios y circunscribir los barrios a la zona urbana para evitar distorsiones en los resultados. En consecuencia, primero, se seleccionan únicamente los radios censales clasificados como urbanos.

En la capa Radios censales de la localidad de Bahía Blanca. Tabla de atributos. Seleccionar objetos espaciales usando una expresión. "TIPO" = 'URBANO'.

Capa> guardar como>guardar solo los objetos espaciales seleccionados > Formato: archivo shape de ESRI; Nombre del archivo: Radios Censales urbanos de la localidad de Bahía Blanca.

Segundo, se limita los polígonos barriales a la zona urbana, se procede a recortar la capa original. El resultado de esta operación se guarda como una nueva capa, denominada Barrios urbanos de la localidad de Bahía Blanca.

Vectorial> Herramientas de geoproceso> cortar> Capa de entrada: Barrios de la localidad de Bahía Blanca; Capa de superposición: Radios Censales urbanos de la localidad de Bahía Blanca.

Capa> guardar como>Formato: archivo shape de ESRI; Nombre del archivo: Barrios urbanos de la localidad de Bahía Blanca. (7)

Problemática (iv)

Incluso al restringir el área de estudio a las zonas urbanas, surgen dificultades al intentar compatibilizar las capas geográficas, ya que los límites de los radios censales no coinciden con los de los barrios. En otras palabras, los barrios no se conforman simplemente por la agregación de determinados radios censales; por el contrario, algunos de estos radios se superponen a varios barrios, generando un *desplazamiento* entre capas. Esta discordancia constituye el principal obstáculo del análisis, al dificultar la posibilidad de escalar la información socioeconómica al nivel barrial.

Escalamiento de la información censal al nivel barrial

Para asignar la información censal, originalmente georreferenciada a nivel de radios censales, al espacio barrial se aborda la problemática previamente expuesta mediante la evaluación de las tres modalidades de unión de atributos por localización que ofrece QGIS: (i) crear un objeto separado por cada coincidencia espacial (uno a muchos); (ii) asignar únicamente los atributos del primer objeto coincidente (uno a uno); y (iii) asignar los atributos del objeto con mayor superposición (uno a uno).

La primera opción (i) asigna a cada barrio la información de todos los radios censales que lo atraviesan, lo que implica una duplicación o multiplicación de la información, dado que un mismo radio puede pertenecer a más de un barrio. Por esta razón, se descarta esta alternativa y se opta por opciones de tipo uno a uno. En este caso, tanto la opción (ii) como la (iii) arrojan resultados equivalentes.

> *Vectorial > herramientas de gestión de datos > unir atributos por localización> Capa de entrada: Radios censales urbanos de la localidad de Bahía Blanca; unir capa: Barrios urbanos de la localidad de Bahía Blanca; predicado geométrico: intersecta; tipo de unión: (ii) o (iii).*

Una vez realizada la unión de atributos, la capa de barrios tiene asociada una tabla de atributos en la que a cada barrio le corresponden la información de los radios censales que le fueron unidos. De este modo, el próximo paso consiste en agregar la información censal a escala barrial. Si bien esta tarea puede hacerse en QGIS[2], MS Excel puede resultar más intuitivo y sencillo.

Se exporta la tabla de atributos a MS Excel y mediante tablas dinámicas se puede calcular la información por barrio. En este caso particular, se calcula la cantidad de hogares totales, de hogares con NBI y de hogares sin NBI en cada barrio. Luego, será necesario cargar la nueva tabla de atributos a QGIS (Datos socioeconómicos por barrio.csv) y unirla a la capa de barrios. Se guarda la capa como Barrios urbanos de la localidad de Bahía Blanca – parte 1- con datos.

> *Capa> Añadir capa > Añadir como capa de texto delimitado (CSV, delimitado por comas)> Nombre de archivo: Datos socioeconómicos por barrio.csv; Formato de archivo: Delimitadores personalizados (punto y coma); Definición de geometría: ninguna geometría (tabla solo de atributos)*
>
> *En la capa Barrios urbanos de la localidad de Bahía Blanca-parte 1. Capa> Propiedades de la capa>uniones> Unir capa: Datos socioeconómicos; Unir campos: ID; Campo objetivo: ID. Los campos de unión pueden llamarse diferente, pero deben contener los mismos datos.*
>
> *Capa>Guardar como > Formato: archivo shape de ESRI; Nombre del archivo: Barrios urbanos de la localidad de Bahía Blanca con datos*

El resultado es una capa de barrios que contiene información censal, en este caso específico el porcentaje promedio de hogares con NBI, lo cual permite realizar un análisis

2 Desde la tabla de atributos> editar tabla> calculador de campo > crear campo nuevo: entero; expresión: sum (variable relevante, (group_by) barrio)

territorial a escala barrial. A continuación, se presentan los resultados de la aplicación de la metodología descripta.

RESULTADOS

Bahía Blanca se localiza en la provincia de Buenos Aires, Argentina. Es cabecera del partido homónimo, que incluye las localidades de General Daniel Cerri y Cabildo[3] (Figura 1). Registra 335.190 habitantes (INDEC, 2023) (Gambarota & Tortul, 2024).

Para el caso del partido de Bahía Blanca, INDEC (s.f.) establece 378 radios censales; 9, rurales; 3, mixtos y el resto, urbanos. 356 pertenecen a la localidad de Bahía Blanca; 5, a la de Cabildo y 7, a la de Gral. D. Cerri (Figura 2).

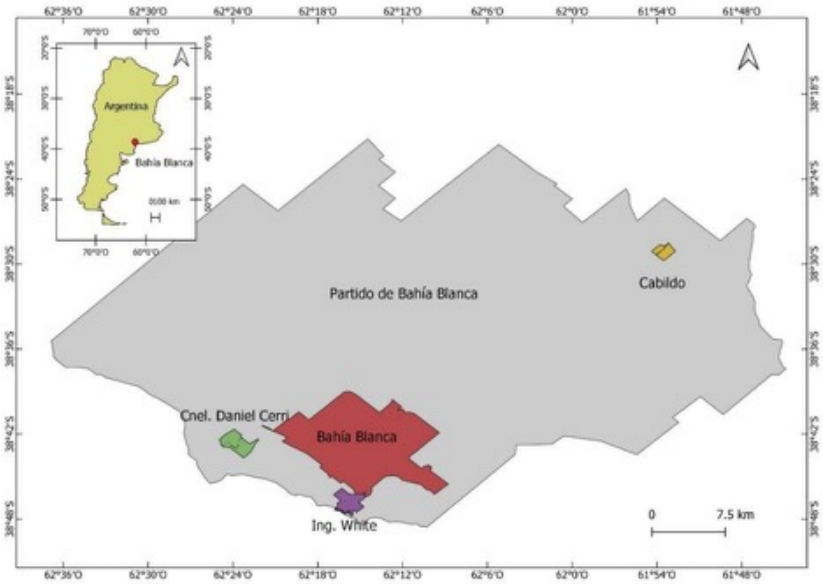


Figura 1. Localización de la localidad de Bahía Blanca
Fuente: Gambarota y Tortul (2024).

3 Se indica que Ingeniero White es parte de la Localidad de Bahía Blanca, no obstante, se señala en el mapa correspondiente a la Figura 1 dado que presenta características específicas.



Figura 2. Radios censales (INDEC, s.f.) del Partido de Bahía Blanca

Fuente: elaboración propia a partir de INDEC (s.f.).

Los habitantes del partido de Bahía Blanca se distribuyen en 105.342 hogares, de los cuales 101.413 (96%) no manifiestan NBI y 3.929 (4%), sí lo hacen (INDEC, s.f.). La distribución espacial de los hogares menos favorecidos no es homogénea. Por el contrario, el porcentaje de hogares con NBI de los radios censales varía entre [0; 95] (Figura 3).

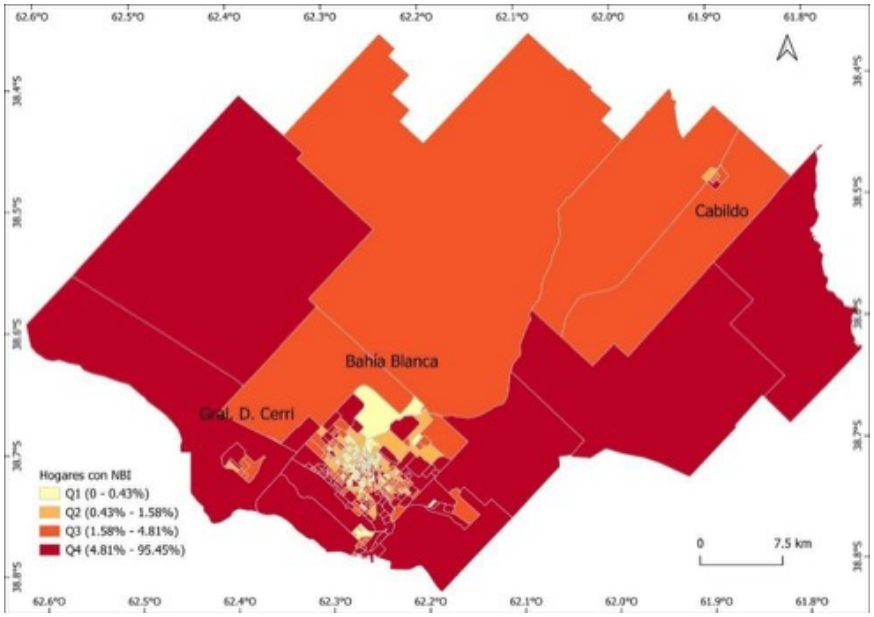


Figura 3. Hogares con NBI según cuartiles en los radios censales del Partido de Bahía Blanca 2010

Fuente: elaboración propia a partir de INDEC (s.f.).

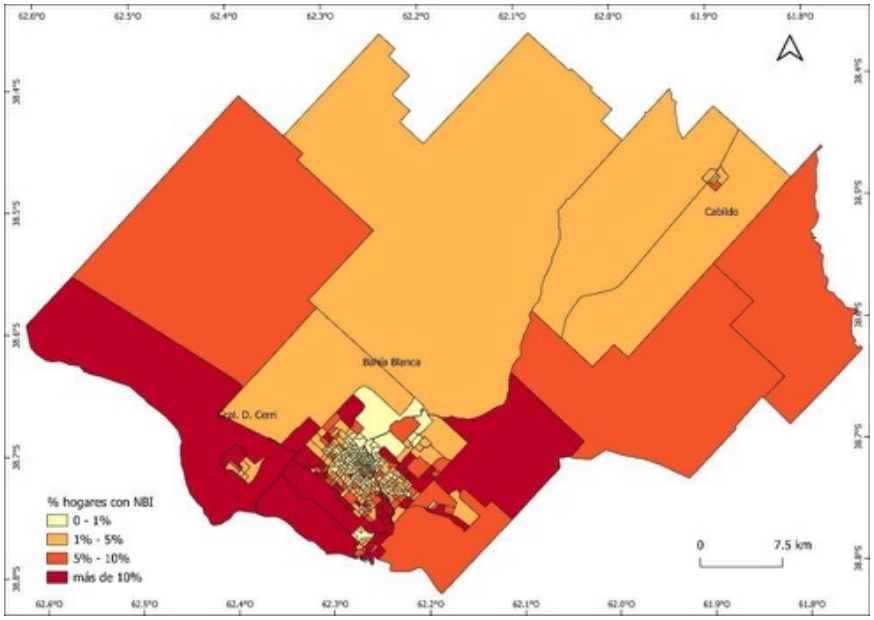


Figura 4. Hogares con NBI según intervalos fijos en los radios censales del Partido de Bahía Blanca. 2010

Fuente: elaboración propia a partir de INDEC (s.f.).

Los sectores más vulnerables se localizan a las afueras de la localidad de Bahía Blanca, mientras que en el centro y en zona noreste de la ciudad se sitúa el segmento de mejor nivel socioeconómico (Figura 4). En la ciudad de Bahía Blanca se identifican 99 barrios oficiales (y 49 no oficiales) (Figura 5).



Figura 5. Barrios oficiales y no oficiales de la localidad de Bahía Blanca.

Fuente: elaboración propia a partir de Municipalidad de Bahía Blanca (MBB).

Al intentar escalar la información a nivel barrial, surgen dificultades metodológicas vinculadas a la falta de correspondencia entre los polígonos de los radios censales y barriales. A continuación, se exponen los principales desafíos asociados a dicha compatibilización y los resultados de la metodología propuesta para sortearlos.

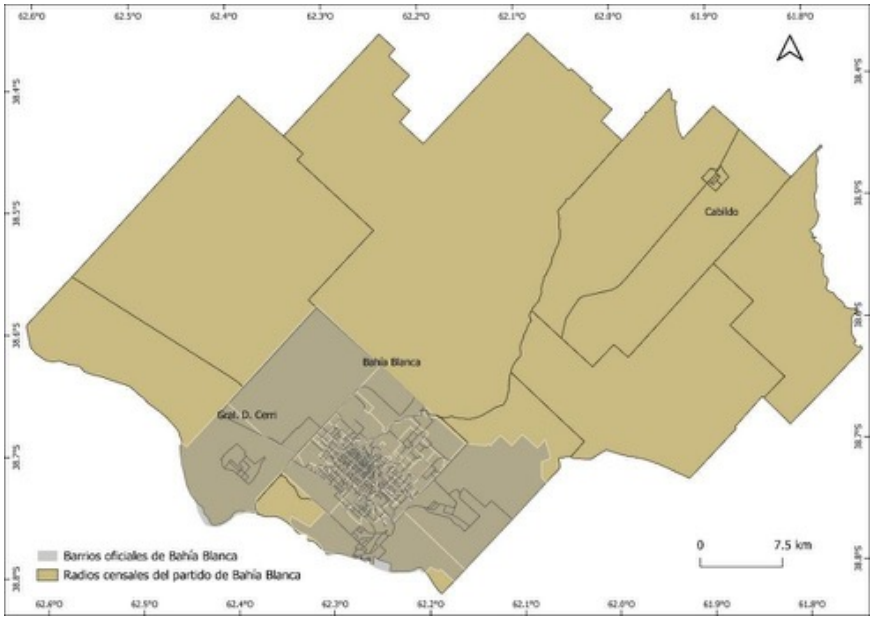


Figura 6. Disparidad territorial entre radios censales y barrios de Bahía Blanca
Fuente: elaboración propia a partir de INDEC (s.f.) y MBB.



Figura 7. Restricción del área de interés a la localidad de Bahía Blanca
Fuente: elaboración propia a partir de INDEC (s.f.) y MBB.

(i) Dada la disparidad territorial entre la capa de radios censales y barrios (Figura 6), se restringe el análisis a la localidad de Bahía Blanca (Figura 7).



Figura 8. General Daniel Cerri como barrio de Bahía Blanca
Fuente: elaboración propia a partir de INDEC (s.f.) y MBB.



Figura 9. Barrios exclusivamente de la localidad de Bahía Blanca
Fuente: elaboración propia a partir de INDEC (s.f.) y MBB.



Figura 10. Barrios de la localidad de Bahía Blanca emplazados en zonas mixtas
Fuente: elaboración propia a partir de INDEC (s.f.) y MBB.

(ii) Dado que la capa de barrios incorpora como un barrio particular a un polígono que representa a la localidad de General Daniel Cerri (Figura 8), se lo excluye a fin de mantener la coherencia espacial del análisis y limitarlo exclusivamente a la localidad de Bahía Blanca (Figura 9).



Figura 11. Radios censales urbanos y barrios de la localidad de Bahía Blanca
Fuente: elaboración propia a partir de INDEC (s.f.) y MBB.

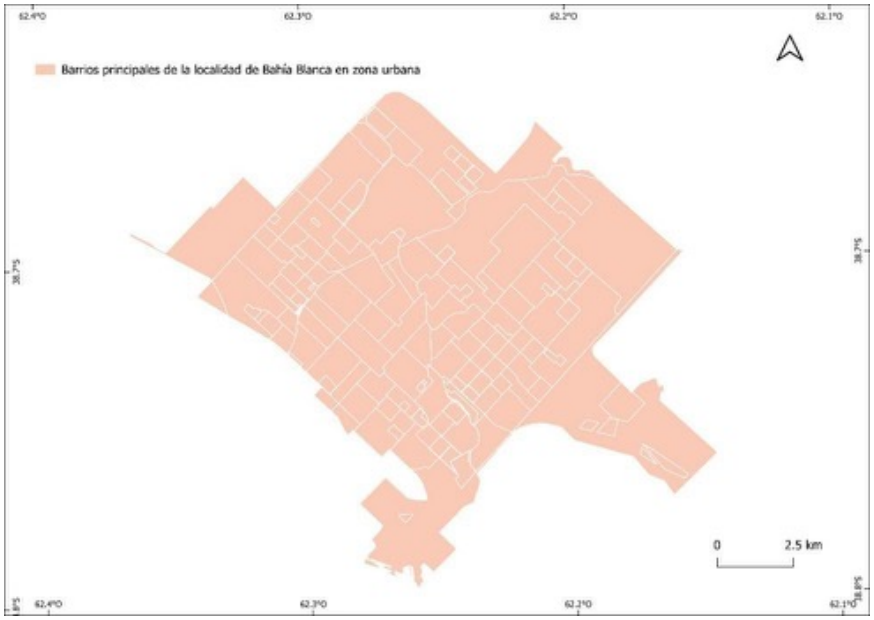


Figura 12. Barrios emplazados en la zona urbana de la localidad de Bahía Blanca
Fuente: elaboración propia a partir de INDEC (s.f.) y MBB.

(iii) Dado que se advierte que la localidad de Bahía Blanca incluye tanto áreas urbanas como zonas clasificadas como mixtas (Figura 10), primero se excluyen estos radios (Figura 11) y luego se circunscriben los barrios a la zona urbana (Figura 12).



Figura 13. Zoom a algunos límites de los polígonos de los radios censales y de los barrios urbanos de la localidad de Bahía Blanca
Fuente: elaboración propia a partir de INDEC (s.f.) y MBB.

(iv) Incluso al restringir el área de estudio a las zonas urbanas, surgen dificultades para compatibilizar las capas geográficas, ya que los límites de los polígonos de los radios censales no coinciden con los de los barrios. La Figura 13 muestra un acercamiento a este problema en un área determinada de la ciudad.

Como se señaló en la sección metodológica, esta problemática afecta al escalamiento de la información censal. Para abordar dicha dificultad, se exploran tres tipos de uniones de atributos. En el caso de la unión tipo (i) se genera una multiplicación de los datos, pues resultan 843 objetos espaciales que suman 254.811 hogares. Mientras que la capa de radios censales identificaba 354 radios censales con un total de 101.555 hogares en zona urbana de Bahía Blanca. Por su parte, las opciones (ii) y (iii) resultan equivalentes y presentan tanto ventajas como desventajas.

En relación a las ventajas, en ambos casos, se logra mantener el número original de radios censales y hogares. Además, la cantidad de hogares totales, con y sin NBI por barrio también es la misma. No obstante, como desventaja se observa que solo a 86 barrios se le asignan datos y a 13 no, lo cual ciertamente no refleja la realidad.

La comparación entre los mapas construidos a partir de radios censales (Figura 3 y 4) y aquellos generados a escala barrial permite reflexionar sobre los efectos del escalamiento territorial (Figuras 14 y 15).

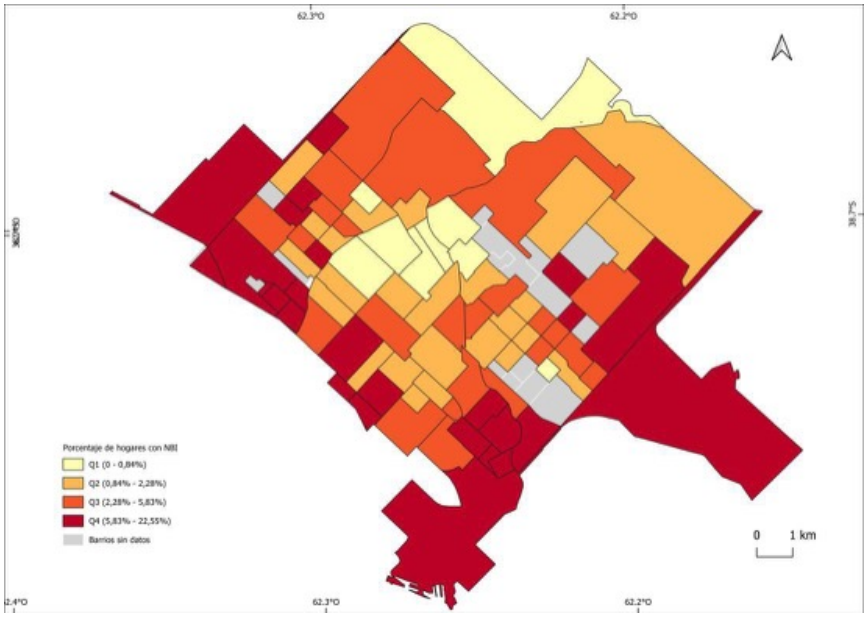


Figura 14. Hogares con NBI en barrios oficiales de Bahía Blanca, según cuartiles. 2010 Fuente: elaboración propia a partir de INDEC (s.f.) y MBB.

Por un lado, a escala de radio censal, el porcentaje de hogares con NBI varía entre 0 y 95%, reflejando valores extremos en unidades muy pequeñas, como ciertos asentamientos o zonas marginales. Sin embargo, al promediar esta información a nivel de barrio, el valor máximo desciende a 22,5%. Este efecto de suavización estadística implica

una pérdida de detalle en focos críticos muy localizados, pero también reduce el ruido asociado a micro variaciones poco representativas para el diseño de políticas públicas. Además, el barrio, como unidad socioespacial reconocida y significativa, permite una lectura más estable y comprensible del fenómeno, favoreciendo intervenciones más coherentes con la realidad territorial local (Figura 14).

Por otro lado, el análisis a escala barrial permite identificar patrones espaciales más claros de la distribución de hogares con NBI. En particular, los barrios del centro histórico — como Pacífico, Universitario, Centro Norte y La Falda— presentan los valores más bajos de NBI, lo que se corresponde con su consolidación infraestructural y localización estratégica. En contraste, se observan altos porcentajes de hogares con NBI en los barrios del oeste y sudoeste, como Maldonado, Villa Nocito o Villa Serra y Villa Talleres, configurando un corredor de vulnerabilidad social periférica. Asimismo, en la zona norte se advierte una dualidad: por un lado, nuevos desarrollos suburbanos de nivel socioeconómico alto; por otro, asentamientos precarios. Esta diversidad interna reafirma la necesidad de análisis con perspectiva barrial o sectorial (Figura 15).

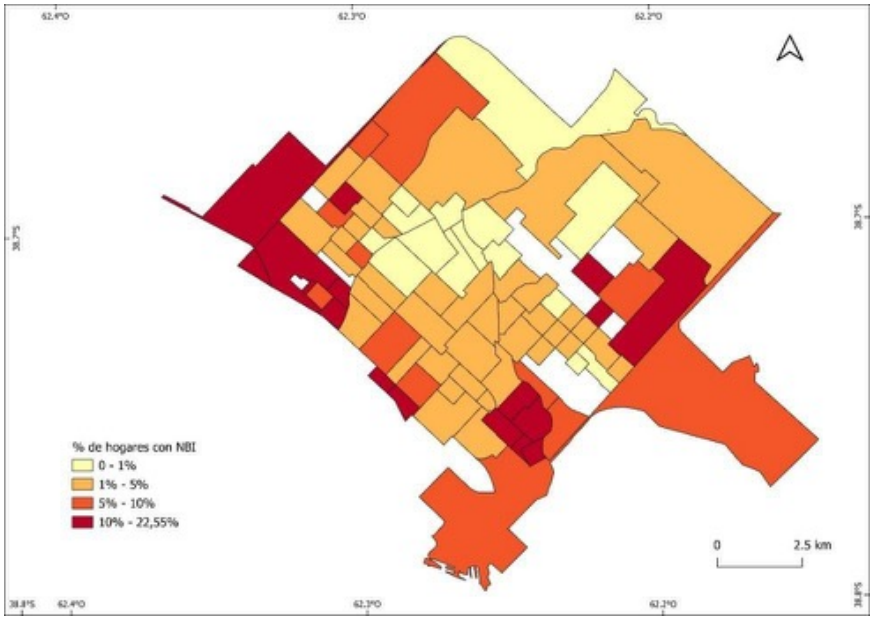


Figura 15. Hogares con NBI en barrios oficiales de Bahía Blanca según escala fija (2010)
Fuente: elaboración propia a partir de INDEC (s.f.) y MBB.

CONCLUSIONES

Los antecedentes sintetizados al principio de este documento evidencian la importancia de contar con información socioeconómica desagregada a nivel de barrio para comprender en profundidad las dinámicas urbanas y las desigualdades territoriales, sobre todo en ciudades intermedias como Bahía Blanca, Argentina. La escala barrial constituye una unidad significativa tanto desde el punto de vista de la experiencia

cotidiana de los habitantes, como para el diseño de políticas públicas orientadas a la equidad espacial.

Sin embargo, en el caso de Bahía Blanca, la caracterización de los barrios en base a indicadores censales no es tarea sencilla. Una de las principales dificultades metodológicas radica en que la información estadística disponible, particularmente aquellos datos provenientes de los censos nacionales como el porcentaje de hogares con NBI, se organiza en torno a radios censales, que no coinciden necesariamente con los límites barriales. Esta disyunción entre unidades estadísticas y unidades socioterritoriales complica la construcción de indicadores confiables a escala barrial, limitando el diseño de políticas públicas efectivas.

Ante esta problemática, el trabajo propone una metodología de integración y transformación de datos provenientes de los censos a nivel barrial, mediante técnicas de análisis espacial utilizando QGIS. A través de herramientas como la superposición de capas y la asignación ponderada de datos por superficie, se logra aproximar información sociodemográfica de origen censal a una escala más significativa para el análisis socioeconómico urbano.

Si bien la metodología propuesta aún presenta limitaciones y requiere ser perfeccionada —particularmente en lo que respecta a la asignación precisa de datos y la validación empírica de los límites barriales—, constituye un avance relevante hacia la generación de información más adecuada para el análisis territorial, sobre todo en el marco de las investigaciones del IIESS, y en particular de aquellas vinculadas al análisis cultural local con perspectiva socioeconómica barrial.

Primero, porque hasta el momento los análisis espaciales se realizaban en términos de radios censales o de punto muestra[4], que, a diferencia de los barrios, resultan áreas sin connotación social y simbólica, poco intuitivas para el diseño de políticas públicas locales con enfoque espacial.

Segundo, si bien la propuesta metodológica de compatibilización de datos se abordó específicamente para el caso de la proporción de hogares con NBI, la misma es replicable para cualquier indicador disponible a nivel de radio censal, incluyendo otras ediciones diferentes a 2010.

Tercero, al ser una metodología de tipo sistemática, permite hacer comparaciones entre distintos años o indicadores.

Finalmente, es una metodología sencilla y basada en un software libre. En este sentido, el uso de SIG se revela como una herramienta clave para avanzar hacia diagnósticos más útiles para el diseño de políticas públicas con orientación territorial.

4 Los puntos muestras son áreas diseñadas para llevar a cabo un estudio socioeconómico en la ciudad de Bahía Blanca (PUE, 2015-2020) como el agrupamiento de un determinado número de radios censales definidos por INDEC (s.f.).

REFERENCIAS

BOSISIO, A. C., & MORENO JIMÉNEZ, A. (2020). Análisis espacial de indicadores de vulnerabilidad y privaciones sociales basado en SIG: el caso de Santa Fe de la Vera Cruz (Argentina). *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG)*, 17. https://87538a9a-4129-4498-961e-1bc765cd62c3.filesusr.com/ugd/79758e_da0b79636074432a98401e9ede303de7.pdf

BUZAI, G. D., & BAXENDALE, C. A. (2006). *Análisis socioespacial con sistemas de información geográfica*. Lugar Editorial

CARRIÓN, F. (Ed.). (2001). *Centros históricos de América Latina y el Caribe*. FLASCO, Sede Ecuador

FUENZALIDA, M., & COBS, V. (2013). La perspectiva del análisis espacial en la herramienta sig: Una revisión desde la geografía hacia las ciencias sociales. *Persona y Sociedad*, 27(3), 33-52. https://doi.org/10.53689/pys.v27i3.48

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS. (s.f.). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. Base de datos REDATAM, cuestionario básico*. https://redatam.indec.gob.ar/argbin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPV2010B&MAIN=WebServerMain.inl

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS (2023). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022. Resultados provisionales.* Instituto Nacional de Estadística y Censos. https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/cnphv2022_resultados_provisionales.pdf

KRÜGER, N., TORTUL, M., FORMICHELLA, M. M. & ANDERETE SCHWAL, M. (13-15 de octubre de 2021). Elección escolar, segmentación educativa y segregación residencial en la localidad de BB, Argentina [Presentación]. *XVI Jornadas Argentinas de Estudios de Población. III Congreso Internacional de Población del Cono Sur*. Asociación de Estudios de Población de la Argentina.

LEONARDI, V., ELÍAS, S., TARAYRE, C. & TORTUL, M. (2023). Análisis del consumo cultural en barrios de BB, Argentina, 2019. *Economía, Sociedad y Territorio*, 22(72), 601-627. https://doi.org/10.22136/est20231844

LEONARDI, V. & TORTUL, M. (s.f.). Distribución del consumo cultural de eventos de artes clásicas en la ciudad de Bahía Blanca: un abordaje sociodemográfico, económico-espacial y cultural. En Borello, J. (coord.), *Geografía de las industrias culturales: Aproximación y estudios de caso*. Universidad Nacional de General Sarmiento (en edición)

LEONARDI V., TORTUL M. & ELÍAS S. (2022). Consumo cultural en la ciudad de Bahía Blanca, Argentina, 2019. *Semestre Económico*, 25(58), 1-30. https://doi.org/10.22395/seec.v25n58a1

LINARES, S. (2011). *Análisis y modelización de la segregación socioespacial en ciudades medias bonaerenses mediante sistemas de información geográfica: Olavarría, Per-*

gamino y Tandil (1991–2001) [Tesis de doctorado, Universidad Nacional del Sur]. Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional del Sur (RID-UNS).

LINARES, S. & LAN, D. (2007). Análisis multidimensional de la segregación socioespacial en Tandil (Argentina) aplicando SIG. *Investigaciones geográficas*, 44, 149-166. https://doi.org/10.14198/INGEO2007.44.08

RODRÍGUEZ, G. M. & MOLINATTI, F. (2024). La suburbanización de las élites en el Área Metropolitana de Buenos Aires (1975 - 2010). Nuevas evidencias a partir de estadísticas migratorias. *Cuaderno Urbano,* 37, 165-189. https://doi.org/10.30972/crn.37377523

VILLARREAL F., ELORZA M.E., ARNAUDO M.F. & TORTUL M. (2020). Evaluaciónde la eficiencia con factores no discrecionales de los CAPS de la localidad de Bahía Blanca. En Érica Chemes (Ed.), *Anales de XXXIII ENDIO - XXXI EPIO - RED-M IX* (pp 102-107). Universidad Nacional de Córdoba. https://drive.google.com/file/d/15CwYq_Agsmt2fGhfzaxriGGv6t8AIA8d/view

Caracterización territorial del entorno de Nodos COPRETI

Accesibilidad como indicador de vulnerabilidad

Territorial Characterization of the Surroundings of COPRETI Nodes
Accessibility as an Indicator of Vulnerability

Caracterização Territorial do Entorno dos Núcleos COPRETI
Acessibilidade como Indicador de Vulnerabilidade

Andrés Maldonado[*1]*

1 Ministerio de Trabajo, Comisión Provincial para la Prevención y Erradicación del Trabajo Infantil (COPRETI).
**: desasustentable@gmail.com*

Resumen: Este trabajo presenta un análisis territorial de los entornos en los que se localizan los Nodos de la Comisión Provincial para la Prevención y Erradicación del Trabajo Infantil en la provincia de Buenos Aires. Estos territorios se caracterizan por un conjunto de condiciones desventajosas que refuerzan su vulnerabilidad estructural, tanto por su localización periférica como por factores socioeconómicos y ambientales. Se analiza particularmente la zona de producción hortícola intensiva en el partido de Florencio Varela.

A través de sistemas de información geográfica, se analizan tres sub-dimensiones específicas dentro del eje de accesibilidad a servicios fundamentales: barreras de acceso a centros educativos, a centros de salud y a transporte. Para ello se utilizaron indicadores como la distancia promedio a escuelas de diferentes niveles y la valoración de establecimientos educativos, sanitarios y transporte, permitiendo identificar patrones espaciales que condicionan las posibilidades de acceso a derechos básicos.

Los resultados revelan que, en promedio, el territorio evaluado presenta

distancias significativas de acceso a los servicios esenciales, especialmente en los tres niveles de educación. Esto impacta en las oportunidades de niños, niñas y adolescentes de estos sectores. Se espera que este tipo de caracterizaciones territoriales contribuya a la toma de decisiones más precisas y localizadas en políticas públicas de inclusión y equidad.

Palabras clave: *accesibilidad, vulnerabilidad territorial, trabajo infantil, servicios esenciales.*

Abstract: This paper presents a territorial analysis of the environments where the Nodes of the Provincial Commission for the Prevention and Eradication of Child Labor (COPRETI) are located in the Province of Buenos Aires. These territories are defined by a set of disadvantageous conditions that reinforce their structural vulnerability, both due to their peripheral location and socioeconomic and environmental factors. The study focuses particularly on the intensive horticultural production area in the municipality of Florencio Varela.
Using Geographic Information Systems (GIS), the research analyzes three specific sub-dimensions within the axis of accessibility to essential services: barriers to accessing educational centers, health facilities, and transportation. Indicators such as the average distance to schools of different levels and the quality assessment of educational, health, and transport services were used to identify spatial patterns that condition access to basic rights.
Results reveal that, on average, the analyzed territory exhibits significant distances to essential services, especially across the three levels of education. This situation directly affects the opportunities of children and adolescents in these areas. The study expects that such territorial characterizations will support more precise and localized decision-making in public policies promoting inclusion and equity.

Keywords: *accessibility, territorial vulnerability, child labor, essential services.*

Resumo: Este trabalho apresenta uma análise territorial dos entornos onde se localizam os Núcleos da Comissão Provincial para a Prevenção e Erradicação do Trabalho Infantil (COPRETI) na Província de Buenos Aires. Esses territórios são caracterizados por um conjunto de condições desfavoráveis que reforçam sua vulnerabilidade estrutural, tanto pela localização periférica quanto por fatores socioeconômicos e ambientais. O estudo analisa, em particular, a zona de produção hortícola intensiva no município de Florencio Varela.
Por meio dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), são analisadas três subdimensões específicas dentro do eixo de acessibilidade a serviços essenciais: barreiras de acesso a centros educacionais, centros de saúde e transporte. Foram utilizados indicadores como a distância média até es-

colas de diferentes níveis e a avaliação da qualidade dos estabelecimentos educacionais, sanitários e de transporte, permitindo identificar padrões espaciais que condicionam o acesso a direitos básicos.
Os resultados revelam que, em média, o território avaliado apresenta distâncias significativas de acesso aos serviços essenciais, especialmente nos três níveis de ensino. Essa situação impacta diretamente nas oportunidades de crianças e adolescentes dessas áreas. Espera-se que esse tipo de caracterização territorial contribua para uma tomada de decisão mais precisa e localizada em políticas públicas voltadas à inclusão e à equidade.

Palavras-chave: *acessibilidade, vulnerabilidade territorial, trabalho infantil, serviços essenciais.*

INTRODUCCIÓN

La identificación de territorios vulnerables resulta clave para el diseño de políticas públicas orientadas a la erradicación del trabajo infantil. En este contexto, la localización de los Nodos COPRETI se asocia con territorios que presentan múltiples barreras estructurales que dificultan el ejercicio pleno de derechos por parte de niñas, niños y adolescentes.

El presente trabajo analiza la dimensión referida a la accesibilidad a servicios fundamentales en dichos entornos, tomando como subdimensiones específicas las barreras de acceso a centros educativos, centros de salud y transporte público (Tabla 1). Esta caracterización territorial permite visibilizar espacialmente las condiciones que inciden en la reproducción del trabajo infantil y otras formas de exclusión social.

A partir del análisis de indicadores georreferenciados –como la distancia promedio a escuelas, centros de salud, transporte y la valoración de estos establecimientos– se pretende mostrar cómo estas barreras afectan la equidad territorial y, en consecuencia, la efectividad de las políticas públicas. Los resultados obtenidos refuerzan la necesidad de considerar las características espaciales en los diagnósticos e intervenciones interinstitucionales.

Tabla 1. Dimensión:
Disponibilidad y accesibilidad a los servicios fundamentales

Dimensión	Subdimensión	Representación
1- Accesibilidad a los servicios fundamentales	1.1 Barreras de acceso a centros educativos	Valoración de los establecimientos educativos
		1.1.2- Distancia promedio nivel inicial
		1.1.3- Distancia promedio nivel primario
		1.1.4- Distancia promedio secundario
	1.2 Barreras de acceso a centros de salud	Valoración de los establecimientos sanitarios
		1.2.1- Distancia promedio a hospitales
		1.2.2- Distancia promedio a centros de atención primaria
	1.3 Barreras de acceso a transporte público	Disponibilidad de transporte público perspectiva participantes
		1.3- Distancia promedio a paradas de colectivo urbano

METODOLOGÍA

El análisis territorial se basa en la selección y estudio de radios censales correspondientes al Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del año 2022. Se identificaron aquellos radios que contienen zonas de alta presencia de actividad hortícola, lo que permitió delimitar espacialmente las áreas de interés. Esta delimitación facilita comparar el desempeño de dichos sectores frente al resto del territorio provincial.

Los radios censales tomados para este estudio son los que ocupa la zona hortícola dentro del área del partido de Florencio Varela como se muestra en la Figura 1 y Tabla 2.

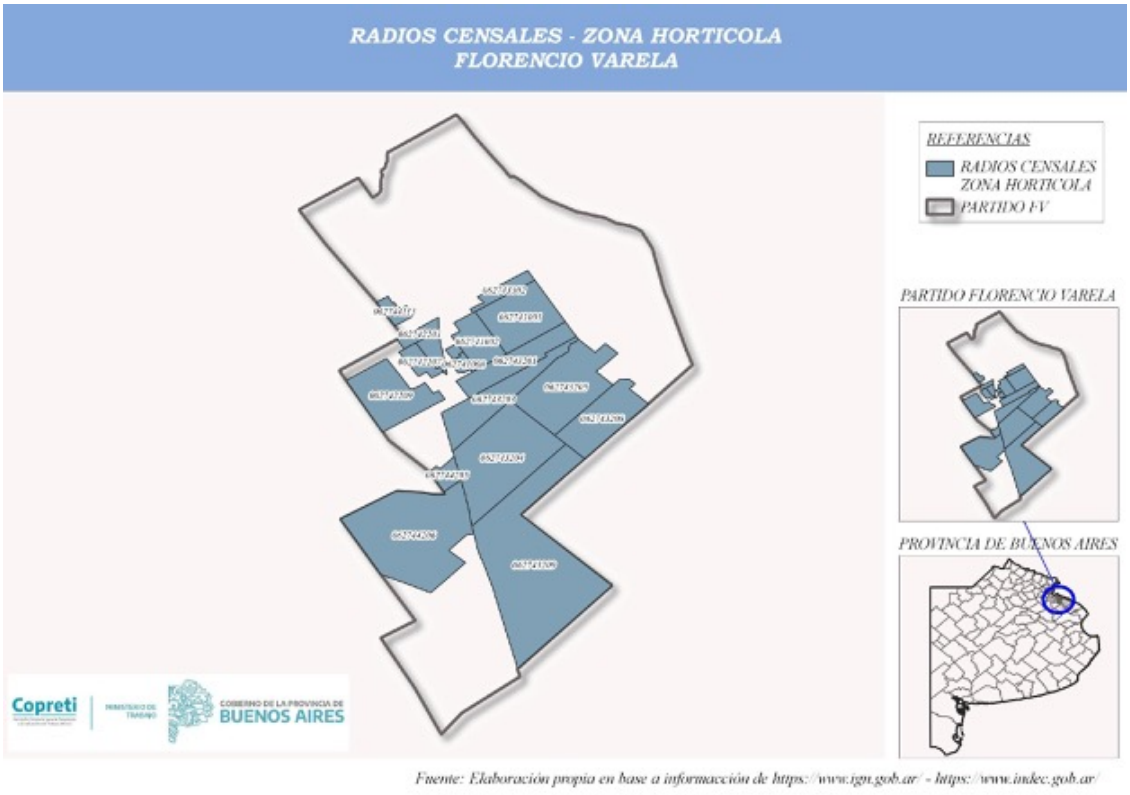


Figura 1

Tabla 2

RADIOS CENSALES

062742207	*062743302*	*062743205*	*062741006*	*062742209*	*062741001*
062744205	*062744206*	*062744113*	*062743204*	*062742202*	*062743201*
062741008	*062743203*	*062742201*	*062743209*	*062743208*	*062741002*

La capa de radios censales proporciona una base detallada de micro unidades espaciales, sobre las que es posible imputar nuevos microdatos provenientes de fuentes externas al censo. Estas fuentes incluyen poligonales, vectoriales y puntuales, como la localización de escuelas, recorrido y paradas de colectivos, centros de salud y hospitales.

Los principales organismos de donde se extrajeron estos datos son el portal de educación de la Provincia de Buenos Aires[1], de salud[2], y de transporte[3]. Toda la información fue georreferenciada utilizando el sistema EPSG:22176 – POSGAR 98 / Argentina 6. Las capas geoespaciales oficiales (partidos, perímetro provincial, etc.) fueron provistas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN). Para los análisis de implantación puntual, como

1 https://mapaescolar.abc.gob.ar/mapaescolar/
2 https://catalogo.datos.gba.gob.ar/
3 https://datos.transporte.gob.ar/

establecimientos educativos y sanitarios, se empleó una metodología basada en matrices de distancia desde el centroide de cada radio censal, calculadas como promedio de los tres vecinos más próximos (k=3).

Las bases de datos utilizadas incluyen:

- Perímetro de la Provincia de Buenos Aires.
- Partidos de la Provincia de Buenos Aires.
- Radios censales de la Provincia de Buenos Aires.
- Partido de Florencio Varela.
- Radios censales de Florencio Varela.
- Centroides de los radios censales de Florencio Varela.

Las bases vectoriales externas se refieren a:

- Establecimientos educativos (portal ABC de la Provincia de Buenos Aires).
- Establecimientos sanitarios (Dirección de Estadísticas e Información de la Salud de la Nación)
- Línea de colectivos (https://datos.transporte.gob.ar/dataset/recorridos-de-lineas-de-transporte-rmba-jn)

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TERRITORIO ABORDADO

Localización de los Nodos COPRETI

Este trabajo se centra en la zona hortícola del partido de Florencio Varela específicamente.

La ausencia de bases cartográficas del nivel de detalle requerido de las zonas hortícolas de Florencio Varela hizo necesario realizar un proceso de delimitación ad hoc de zonas hortícolas mediante técnicas de análisis satelital. Este proceso consistió en la identificación de actividad hortícola parcela por parcela (presencia de suelos cultivados, invernáculos, etc.) en las zonas de interés, utilizando las imágenes disponibles más cercanas a la fecha disponible en QGIS permitiendo observar la extensión reciente de la zona en estudio.

A partir de este análisis de usos hortícolas, se delimitó el polígono de producción hortícola para su posterior análisis (Figura 2).

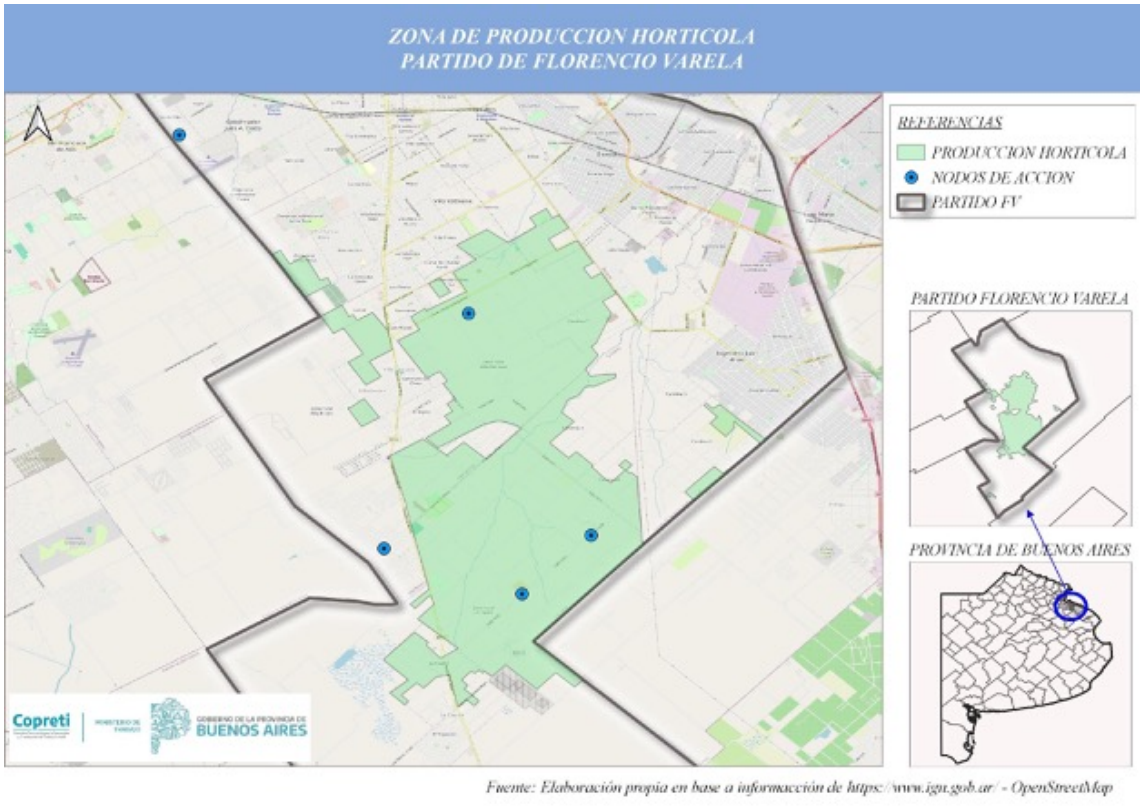


Figura 2

Caracterización territorial del entorno de Nodos COPRETI en Florencio Varela

En términos generales, los territorios donde se ubican los Nodos COPRETI de actividad hortícola, se caracterizan por presentar valores desventajosos y/o de vulnerabilidad en la mayoría de los indicadores relevantes analizados. Estas desventajas no sólo se evidencian en variables de fuerte sesgo espacial, cómo ser la accesibilidad y la cobertura de servicios urbanos de red (algo esperable para franjas periurbanas), sino también en variables sociodemográficas, educativas, sanitarias y de condiciones de vida en general. Dicho de otra manera, a las complejas condiciones geográficas de los bordes de la ciudad se suman agravantes propios de las características de la actividad hortícola y su componente socioeconómico y educativo.

La Figura 3 muestra los Nodos de Acción con su modalidad en el partido de Florencio Varela.

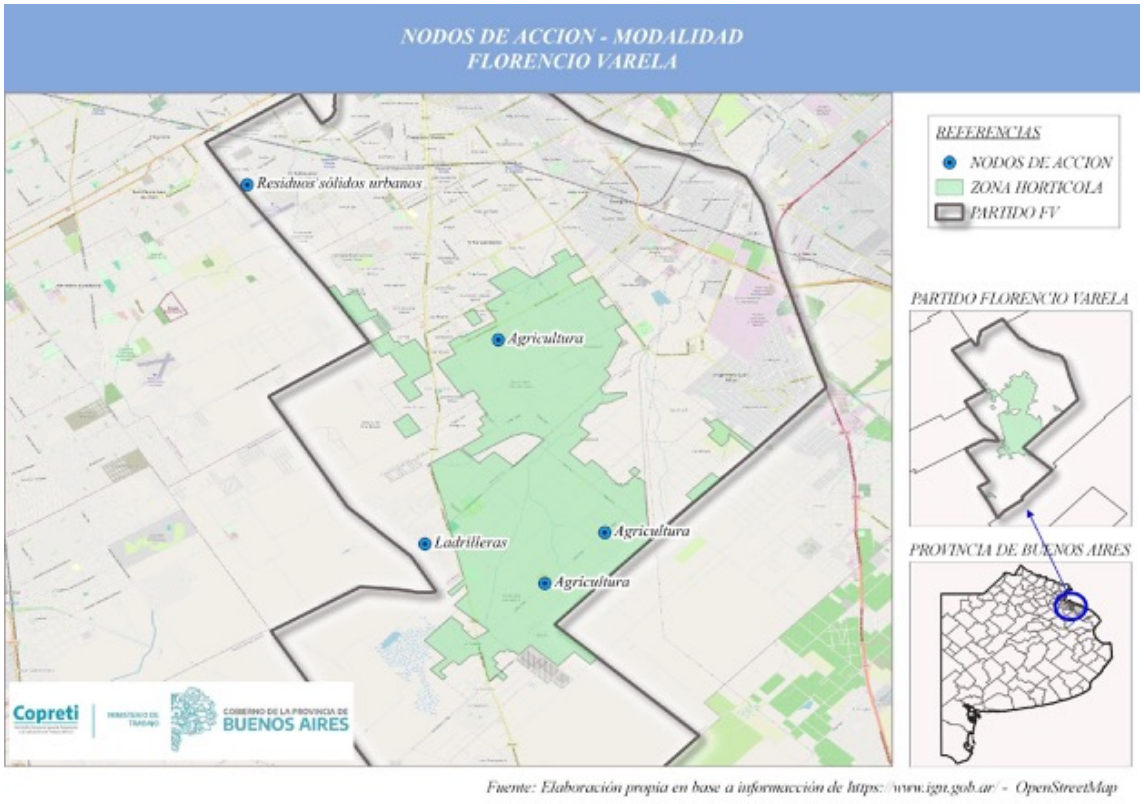


Figura 3

Variables de hogares

A continuación se muestra una selección de algunas de estas variables de hogares, desagregadas a nivel de radios censales, priorizando algunas de aquellas que se expresan (directa e indirecta) como condicionante o predictor de situaciones de trabajo infantil y adolescente. En las Tablas 3 y 4 se muestran los datos por radio censal de la zona hortícola y la comparación con los datos del partido de Florencio Varela.

Se tomaron sólo tres variables de las condiciones de los hogares, para contrastar la zona hortícola con el partido de Florencio Varela. Es notable la diferencia de condiciones de los hogares, sobre todo los hogares que no tienen red de agua.

Tabla 3

RADIO_CENSAL	HOGARES				
	H_TOTAL	H_NBI	% H_NBI	% H_HACIN	% H_S/AGUA
62741001	456	93	20,39	23,46	38,38
62743209	231	31	13,42	10,82	94,81
62742202	465	58	12,47	18,92	10,11
62741002	439	66	15,03	17,54	16,63
62743201	359	58	16,16	16,16	45,13
62742201	247	59	23,89	18,22	23,08
62741006	313	82	26,2	33,55	5,11
62744205	151	21	13,91	13,91	96,69
62743205	307	116	37,79	19,22	81,43
62743203	136	37	27,21	18,38	74,26
62742207	324	76	23,46	20,68	26,54
62743204	240	47	19,58	15,83	95,83
62744113	314	128	40,76	35,99	37,58
62742209	39	18	46,15	20,51	64,1
62743208	343	124	36,15	32,36	98,25
62744206	132	20	15,15	15,15	96,97
62741008	274	54	19,71	20,07	6,57
62743302	398	60	15,08	19,35	15,58
TOTALES	**5168**	**1148**	**23,47%**	**20,56%**	**51,50%**

Tabla 4. Comparación del área de estudio
en relación con el partido de Florencio Varela

ZONA/HOGARES	% H_NBI	% H_HACIN	% H_S/AGUA
PARTIDO	11,97	14,11	19,23
ZONA HORTICOLA	23,47	20,56	51,5

Variables de población

Aquí se analiza las variables de población considerando las edades de 1 a 17 años desagregadas (Tabla 5 y Tabla 6).

En la zona hortícola es mayor la cantidad de población de 4 a 17 años en un 17%.

Tabla 5

RADIO_CENSAL	POBLACION						
	P_A17	P_4A5	P_6A12	P_13A17	P_4A17	P_TOTAL	% P4A17
62741001	590	68	245	155	468	1598	29,29
62743209	261	34	105	68	207	791	26,17
62742202	541	65	205	162	432	1703	25,37
62741002	588	71	240	171	482	1583	30,45
62743201	481	54	200	141	395	1299	30,41
62742201	315	35	133	86	254	840	30,24
62741006	522	65	263	86	414	1137	36,41
62744205	175	20	72	48	140	531	26,37
62743205	379	49	167	92	308	1035	29,76
62743203	153	9	74	39	122	475	25,68
62742207	455	47	206	119	372	1200	31
62743204	254	26	114	61	201	803	25,03
62744113	537	63	267	96	426	1152	36,98
62742209	33	3	12	10	25	116	21,55
62743208	590	74	260	125	459	1291	35,55
62744206	150	11	68	35	114	444	25,68
62741008	361	42	162	90	294	974	30,18
62743302	458	51	182	136	369	1354	27,25
TOTALES	**6843**	**787**	**2975**	**1720**	**5482**	**18326**	**29,91**

Tabla 6. Comparación de población de 4 a 17 años
de la zona hortícola con respecto al partido de Florencio Varela

ZONA/POBLACION	% P4A17
PARTIDO	25
ZONA HORTICOLA	30

Variables de educación

En este segmento del trabajo, se calcularon las distancias (en metros) a los centros educativos de tres niveles, inicial, primario y secundario. Para ello se tomaron matrices de distancia desde el centroide de cada radio censal, calculadas como promedio de

los tres vecinos más próximos (k=3) a cada centro educativo. Los datos obtenidos se caracterizaron en tres grupos de criticidad: baja hasta 1.500 m; media de 1.500 a 3.000 m; alta con más de 3.000 m.

En la Tabla 7 se ve reflejado los datos obtenidos por radio censal. La Tabla 8 muestra la comparación de las distancias a los centros educativos de la zona hortícola con respecto al partido de Florencio Varela. Allí se puede ver con claridad, la desventaja de dicha población con respecto a las zonas urbanas.

Tabla 7

DISTANCIA % (mts.) A ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS - CRITICIDAD						
RADIO_CENSAL	*Nivel inicial*	*Criticidad*	*Nivel primario*	*Criticidad*	*Nivel secundario*	*Criticidad*
62741001	*501*	*1*	*476*	*1*	*481*	*1*
62743209	*1966*	*2*	*1983*	*2*	*2008*	*2*
62742202	*768*	*1*	*1041*	*1*	*1036*	*1*
62741002	*867*	*1*	*1551*	*2*	*1557*	*2*
62743201	*1307*	*1*	*1307*	*1*	*1297*	*1*
62742201	*1238*	*1*	*1210*	*1*	*1136*	*1*
62741006	*391*	*1*	*1114*	*1*	*1104*	*1*
62744205	*3215*	*3*	*2272*	*2*	*1593*	*2*
62743205	*1932*	*2*	*2495*	*2*	*2489*	*2*
62743203	*548*	*1*	*548*	*1*	*556*	*1*
62742207	*1434*	*1*	*902*	*1*	*903*	*1*
62743204	*3070*	*3*	*181*	*1*	*163*	*1*
62744113	*954*	*1*	*966*	*1*	*1130*	*1*
62742209	*2737*	*2*	*1944*	*2*	*1966*	*2*
62743208	*2265*	*2*	*2601*	*2*	*2635*	*2*
62744206	*2221*	*2*	*2235*	*2*	*2220*	*2*
62741008	*577*	*1*	*547*	*1*	*541*	*1*
62743302	*912*	*1*	*939*	*1*	*942*	*1*
Dist. %	***1495***		***1351***		***1320***	

Tabla 8

NIVEL / % DISTANCIA	***Distancia % zona hortícola***	***Distancia % partido***
NIVEL INICIAL	*1495*	*468*
NIVEL PRIMARIO	*1351*	*482*
NIVEL SECUNDARIO	*1320*	*498*

Variable salud

El procedimiento se realizó de la misma forma que en la variable educación, se tomó la distancia desde el centroide de cada radio censal a los Centros de Salud y hospitales (2º nivel de atención).

Los datos son representados en las Tablas 9 y 10. Los datos obtenidos se caracterizaron, al igual que en educación, en tres grupos de criticidad, baja: hasta 1.500 m – media: de 1.500 a 3.000 m – alta: más de 3.000 m.

La Tabla 11 muestra las distancias a los establecimientos de salud de la zona hortícola y del partido de Florencio Varela.

Tabla 9

DISTANCIA % (mts.) A CAPS - CRITICIDAD		
RADIO_CENSAL	Distancia	Criticidad
62741001	1551	2
62743209	2302	2
62742202	1085	1
62741002	925	1
62743201	2256	2
62742201	1265	1
62741006	805	1
62744205	1772	2
62743205	2808	2
62743203	1921	2
62742207	1239	1
62743204	2588	2
62744113	1220	1
62742209	2454	2
62743208	2465	2
62744206	2231	2
62741008	462	1
62743302	1527	2

Tabla 10

DISTANCIA % (mts.) A 2º NIVEL DE ATENCIÓN - CRITICIDAD		
RADIO_CENSAL	Distancia	Criticidad
62741001	3842	3
62743209	14046	3
62742202	4609	3
62741002	4205	3
62743201	5401	3
62742201	4038	3
62741006	4578	3
62744205	9902	3
62743205	7250	3
62743203	6765	3
62742207	5171	3
62743204	9296	3
62744113	3590	3
62742209	6870	3
62743208	9097	3
62744206	12577	3
62741008	5130	3
62743302	2574	2

Tabla 11

ESTABLECIMIENTOS	Distancia % zona hortícola	Distancia % partido
CENTROS DE SALUD	1715	688
HOSPITALES	6607	3333

Variable transporte

Se analiza al igual que en las variables anteriores, la distancia a las paradas de colectivos por radio censal, siempre tomando desde el centroide de este y la criticidad según la distancia (Tablas 12 y 13).

Tabla 12

DISTANCIA % (mts.) PARADA DE BUS - CRITICIDAD		
RADIO CENSAL	Distancia	Criticidad
62742207	861	1
62744205	421	1
62741008	662	1
62743302	895	1
62744206	2073	2
62743203	540	1
62743205	1707	2
62744113	574	1
62742201	697	1
62741006	445	1
62743204	1229	1
62743209	1479	1
62742209	1901	2
62742202	305	1
62743208	1758	2
62741001	410	1
62743201	877	1
62741002	817	1

La distancia a las paradas de colectivos en la zona hortícola aumenta de forma considerable como muestra la Tabla 13.

Tabla 13

TRANSPORTE	Distancia % zona hortícola	Distancia % partido
DISTANCIA BUS URBANO	981	301

A modo de resumen se muestra en la Tabla 14 las distancias promedio a los establecimientos educativos en sus diferentes niveles, a los CAPS y Hospitales de la zona hortícola y las distancias promedio al transporte urbano de dicha zona, comparando con el partido de Florencio Varela.

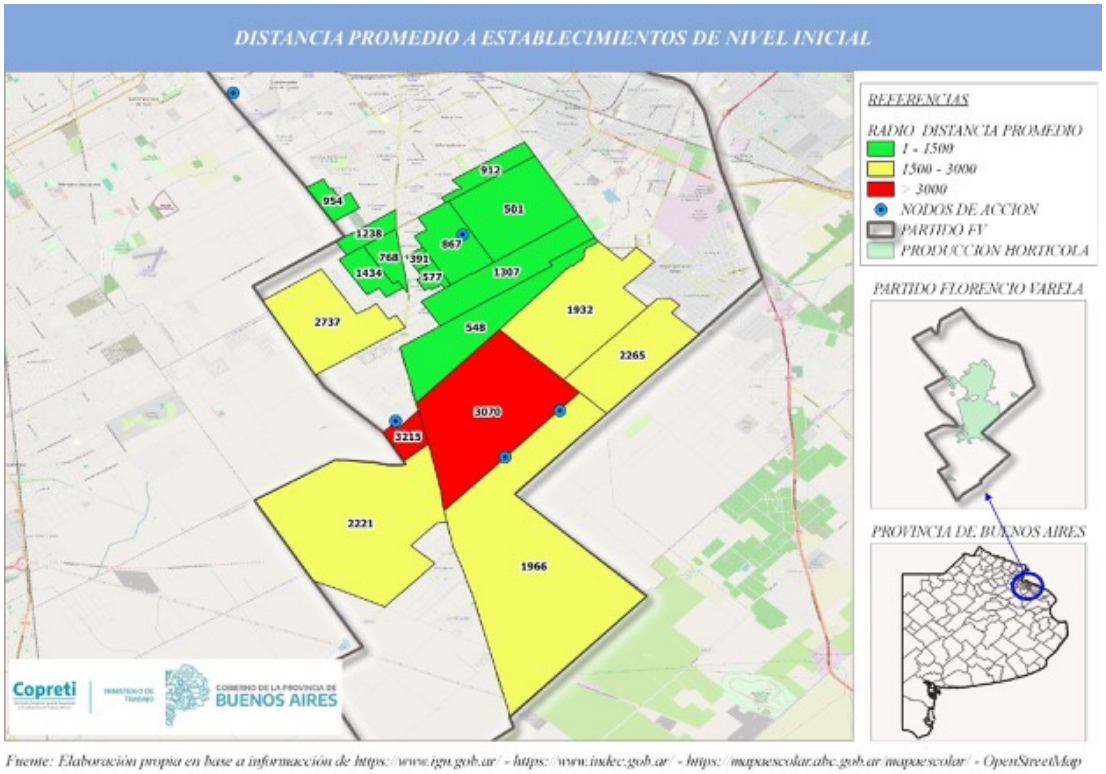
Tabla 14

Dimensión	Subdimensión	Representación	Distancia % zona hortícola	Distancia % partido
1- Accesibilidad a los servicios fundamentales	1.1 Barreras de acceso a centros educativos	Valoración de los establecimientos educativos		
		1.1.2- Distancia promedio nivel inicial	1495	468
		1.1.3- Distancia promedio nivel primario	1351	482
		1.1.4- Distancia promedio secundario	1320	498
	1.2 Barreras de acceso a centros de salud	Valoración de los establecimientos sanitarios		
		1.2.1- Distancia promedio a hospitales	6607	3333
		1.2.2- Distancia promedio a centros de atención primaria	1715	688
	1.3 Barreras de acceso a transporte público	Disponibilidad de transporte público perspectiva participantes		
		1.3- Distancia promedio a paradas de colectivo urbano	981	301

Cartografía

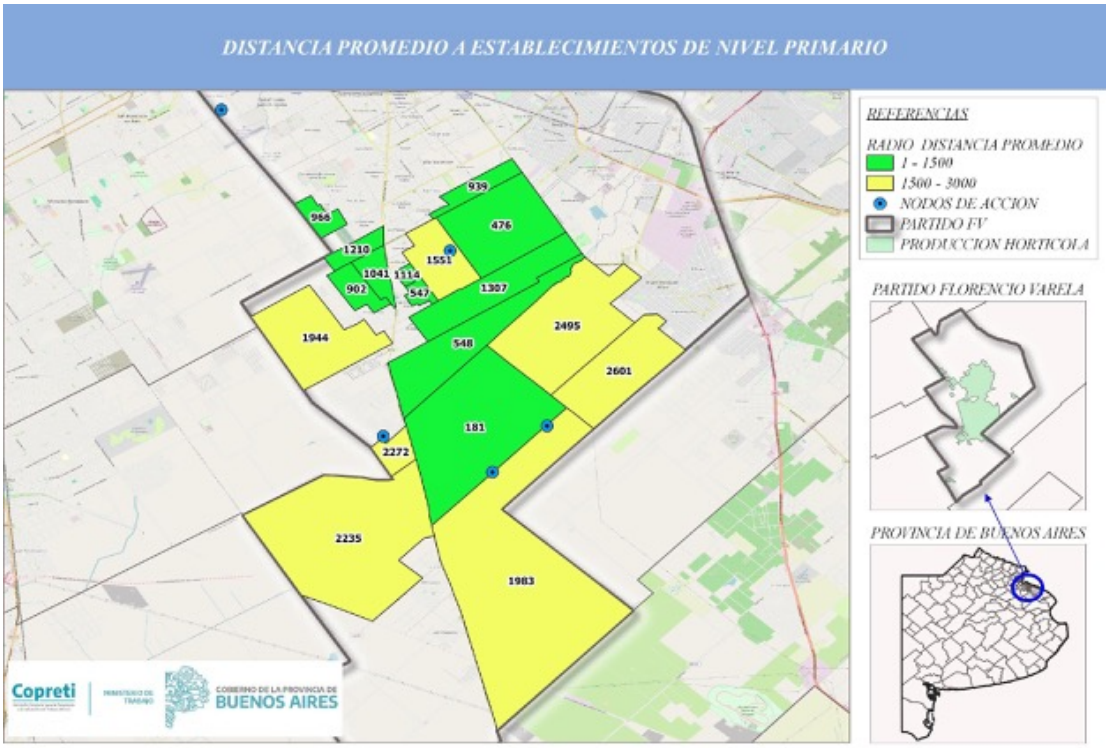
Para la realización de la cartografía, se utilizaron los radios censales incluidos en la zona hortícola (Figura 1 y Tabla 2).

Cartografía de acceso a centros educativos



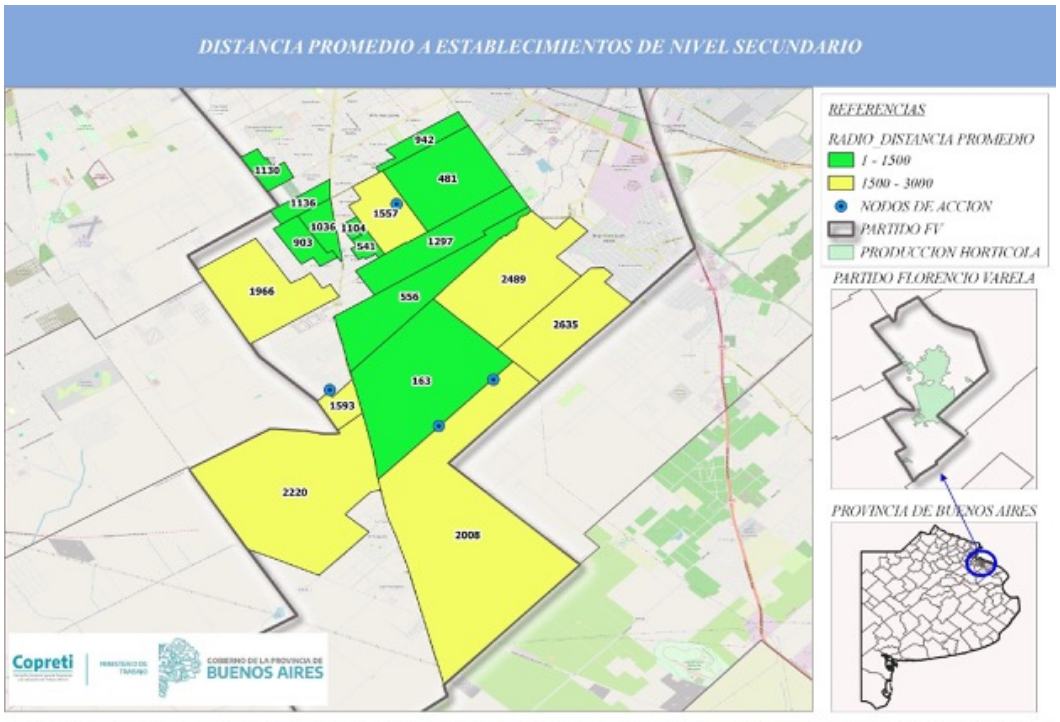
Fuente: Elaboración propia en base a información de https://www.ign.gob.ar/ - https://www.indec.gob.ar/ - https://mapaescolar.abc.gob.ar/mapaescolar/ - OpenStreetMap

Figura 4



Fuente: Elaboración propia en base a información de https://www.ign.gob.ar/ - https://www.indec.gob.ar/ - https://mapaescolar.abc.gob.ar/mapaescolar/ - OpenStreetMap

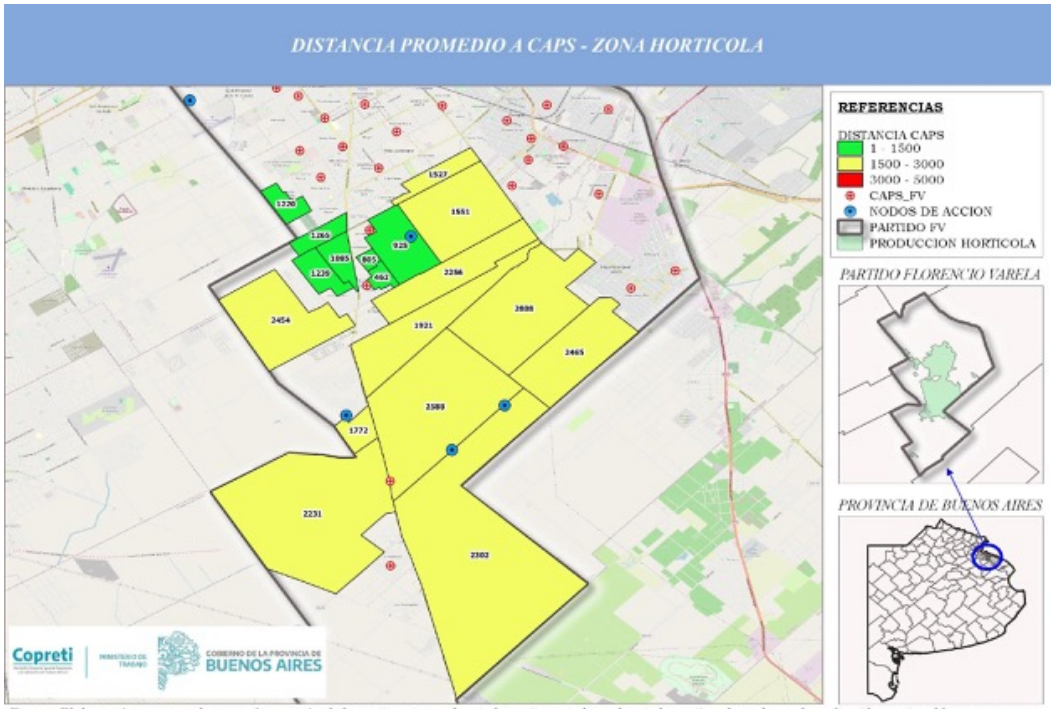
Figura 5



Fuente: Elaboración propia en base a información de https://www.ign.gob.ar/ - https://www.indec.gob.ar/ - https://mapaescolar.abc.gob.ar/mapaescolar/ - OpenStreetMap

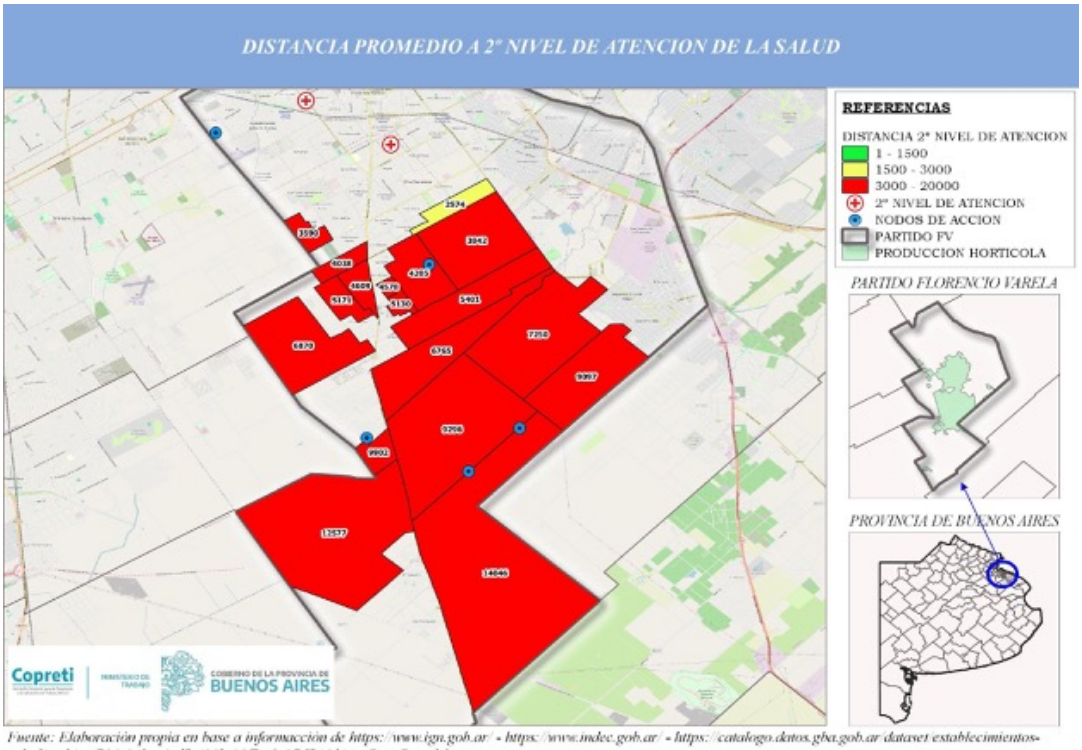
Figura 6

Cartografía de acceso a censos a la salud



Fuente: Elaboración propia en base a información de https://www.ign.gob.ar/ - https://www.indec.gob.ar/ - https://catalogo.datos.gba.gob.ar/dataset/establecimientos-salud archivo 716c84ba-6ed7-490b-81f7-e3e97d746d44 - OpenStreetMap

Figura 7



Fuente: Elaboración propia en base a información de https://www.ign.gob.ar/ - https://www.indec.gob.ar/ - https://catalogo.datos.gba.gob.ar/dataset/establecimientos-salud archivo 716c84ba-6ed7-490b-81f7-e3e97d746d44 - OpenStreetMap

Figura 8

Cartografía de acceso transporte público

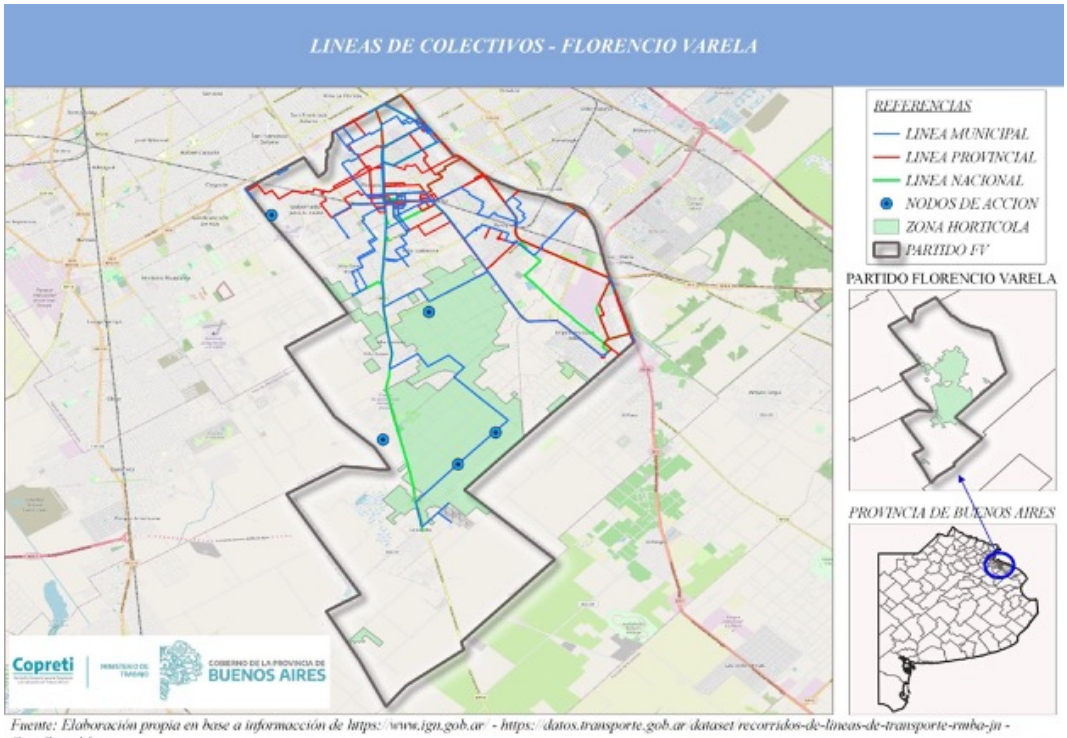


Figura 9

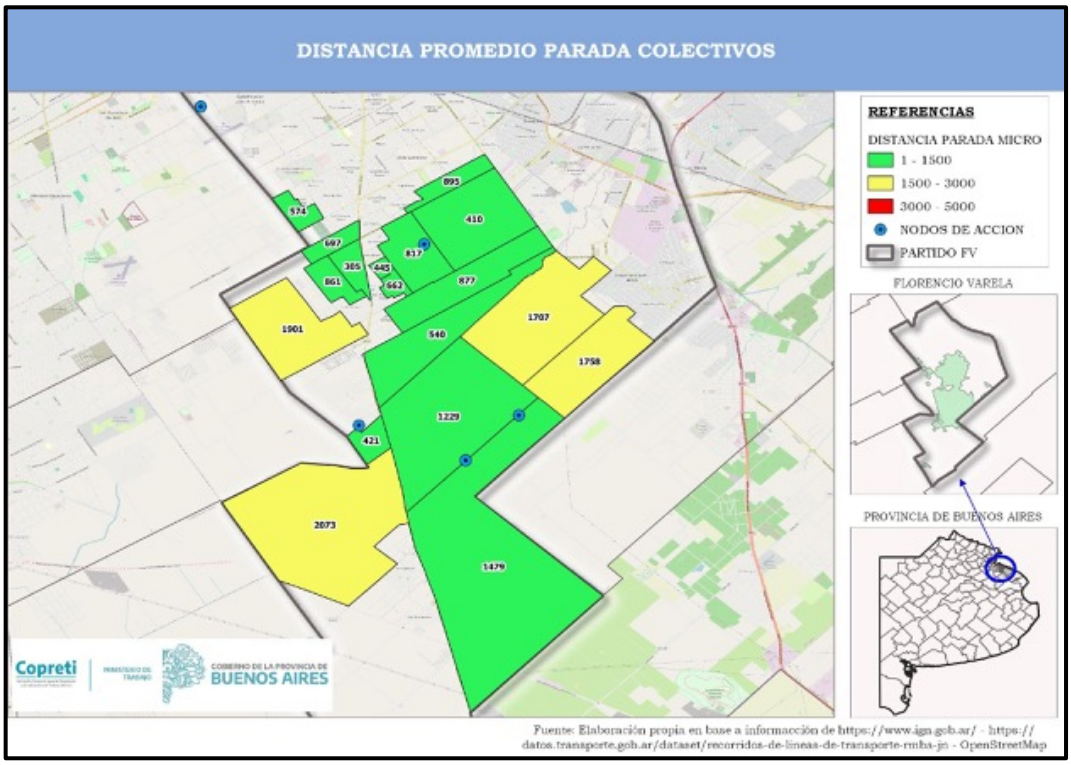


Figura 10

CONSIDERACIONES FINALES

El presente análisis, sustentado en herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), ha permitido caracterizar las condiciones de accesibilidad y vulnerabilidad de la zona hortícola del partido de Florencio Varela en comparación con el resto del distrito. A partir de datos censales georreferenciados y fuentes oficiales de infraestructura educativa, sanitaria y de transporte, se identificaron claras desigualdades territoriales que refuerzan la exclusión social y limitan el acceso efectivo a derechos básicos.

Accesibilidad diferencial a servicios fundamentales

Las distancias promedio desde los radios censales (centroide) de la zona hortícola hacia centros educativos, de salud y paradas de transporte público, resultan considerablemente mayores que las del promedio del partido de Florencio Varela. Este patrón espacial refleja una criticidad alta en términos de acceso y constituye una barrera estructural al ejercicio pleno de derechos, especialmente para niños, niñas y adolescentes.

Mayor concentración de población infantil en situación de vulnerabilidad

En la zona hortícola se identificó un porcentaje superior de población entre 4 y 17 años respecto al promedio del partido. Este dato, combinado con el limitado acceso a servicios y la precariedad de las condiciones habitacionales, incrementa los factores de riesgo asociados al trabajo infantil y al abandono escolar.

Infraestructura educativa y sanitaria distante y dispersa

Las distancias a escuelas de nivel inicial, primario y secundario superan los 1.500 m en un número significativo de radios hortícolas, y en muchos casos exceden los 3.000 m, situación que también se repite en el acceso a centros de salud. Esta condición agrava la desigualdad territorial y demanda respuestas focalizadas en materia de inversión pública e infraestructura básica.

Movilidad restringida

La conectividad de la zona hortícola con el sistema de transporte público urbano es marcadamente inferior a la del resto del partido, con paradas más distantes y menor cobertura de líneas. Esta situación afecta tanto el acceso a servicios como las posibilidades de inclusión económica y social de las familias del sector.

Necesidad de intervtenciones en distintas escalas y multisectoriales

La evidencia territorial aquí presentada destaca la urgencia de políticas públicas coordinadas que integren variables espaciales en su formulación. La mejora de la accesibilidad territorial en estas zonas requiere intervenciones específicas orientadas a reducir las desigualdades espaciales que se traducen en desigualdades sociales.

Registro de abordajes psicosociales de personas en situación de calle basado en TIG

Ciudad de Mendoza (Argentina)

Recording Psychosocial Interventions for Homeless Populations Based on GIS. City of Mendoza (Argentina)

Registro de Abordagens Psicossociais de Pessoas em Situação de Rua com Base em SIG. Cidade de Mendoza (Argentina)

Carla Soledad Cuccia[*1], Luciano Pedro Santoni[1], Rocío Camila Aroca Vargas[1], Mario Alberto Candela[1], Octavio Zamorano[1]*

1 Departamento de Infraestructura de Datos Espaciales, Dirección de Catastro, Secretaría de Hacienda, Municipalidad de Mendoza.
**: ccuccia@ciudaddemendoza.gov.ar*

Resumen: Este trabajo presenta la implementación de herramientas digitales basadas en sistemas de información geográfica para mejorar el abordaje de personas en situación de calle en la Ciudad de Mendoza. En colaboración entre la Dirección de Gestión Social y el Departamento de Infraestructura de Datos Espaciales municipal, se desarrolló un nuevo flujo de trabajo que incluye formularios digitales para el relevamiento y seguimiento de personas en situación de calle, junto con tableros interactivos que permiten visualizar información en tiempo real, editar registros y construir historiales de intervención. A partir del nuevo sistema, se identificaron casi 260 personas en situación de calle, una cifra superior a la registrada en el Censo Nacional de Personas y Hogares del año 2022. La mayoría son hombres entre 25 y 44 años, y un alto porcentaje pernocta en espacios públicos. Las secciones 2° y 3° concentran la mayor cantidad de casos, coincidiendo con zonas céntricas de alta actividad. El sistema implementado permitió mejorar la calidad de los datos, facilitar el seguimiento de casos y optimizar la toma de decisiones. Además, posibilita un diagnóstico más integral de la problemática y una focalización más eficiente de recursos.

Palabras clave: *personas en situación de calle, información geoespacial, abordaje psicosocial, tableros.*

Abstract: This paper presents the implementation of digital tools based on Geographic Information Systems (GIS) to enhance the psychosocial intervention of homeless populations in the City of Mendoza. Through collaboration between the Department of Social Management and the Municipal Department of Spatial Data Infrastructure, a new workflow was developed that includes digital forms for the collection and monitoring of data on individuals experiencing homelessness, along with interactive dashboards that enable real-time visualization, record editing, and the construction of intervention histories.
Through this new system, nearly 260 homeless individuals were identified—a number exceeding that recorded in the 2022 National Census of Persons and Households. The majority are men aged 25 to 44, with a high proportion sleeping in public spaces. The 2nd and 3rd administrative sections concentrate the largest number of cases, corresponding to central areas of high activity. The implemented system improved data quality, case tracking, and decision-making processes, while also enabling a more comprehensive diagnosis of homelessness and a more efficient allocation of resources.

Keywords: *homelessness, geospatial information, psychosocial intervention, dashboards.*

Resumo: Este trabalho apresenta a implementação de ferramentas digitais baseadas em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para aprimorar o atendimento psicossocial de pessoas em situação de rua na Cidade de Mendoza. Em colaboração entre a Direção de Gestão Social e o Departamento Municipal de Infraestrutura de Dados Espaciais, foi desenvolvido um novo fluxo de trabalho que inclui formulários digitais para o levantamento e acompanhamento de pessoas em situação de rua, juntamente com painéis interativos que permitem a visualização em tempo real, a edição de registros e a construção de históricos de intervenção.
Com o novo sistema, foram identificadas cerca de 260 pessoas em situação de rua, número superior ao registrado no Censo Nacional de Pessoas e Domicílios de 2022. A maioria é composta por homens entre 25 e 44 anos, e uma alta porcentagem dorme em espaços públicos. As 2ª e 3ª seções concentram o maior número de casos, correspondendo a zonas centrais de alta atividade. O sistema implementado permitiu melhorar a qualidade dos dados, facilitar o acompanhamento dos casos e otimizar a tomada de decisões, além de possibilitar um diagnóstico mais abrangente da problemática e uma alocação mais eficiente de recursos.

Palavras-chave: *situação de rua, informação geoespacial, abordagem psicossocial, painéis.*

INTRODUCCIÓN

La problemática de las personas en situación de calle (PSC) en Argentina, y en particular en la Ciudad de Mendoza, ha sido abordada desde múltiples disciplinas, dada su complejidad y carácter multidimensional. En este sentido, el estudio *Pobreza y situación de calle: un nuevo estudio en la ciudad de Buenos Aires* (Colautti et al., 2024) destaca la urgencia de desarrollar políticas públicas integrales que contemplen las diversas aristas de esta realidad.

En la Ciudad de Mendoza, el equipo psicosocial de la Dirección de Gestión Social, dependiente de la Secretaría de Gobierno municipal, trabaja activamente en la asistencia a personas en situación de calle, brindando acompañamiento y servicios en territorio. Hasta mediados del año pasado, el registro de estas intervenciones se realizaba mediante planillas de Excel, lo que generaba una serie de dificultades: duplicación de registros, escasa capacidad para el análisis estadístico y ausencia de una identificación geográfica precisa de las zonas con mayor presencia de PSC. Esta situación limitaba tanto la eficiencia operativa como la planificación estratégica de las acciones.

Ante esta necesidad, y en articulación con el Departamento de Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), se desarrolló un nuevo flujo de trabajo basado en herramientas digitales, incluyendo formularios móviles y tableros interactivos. Este sistema permite la carga estandarizada de datos, evita duplicaciones, y facilita la consulta y análisis en tiempo real. La implementación de esta lógica de trabajo apoyada en Tecnologías de Información Geográfica (TIG) ha permitido centralizar la información, optimizar el seguimiento de casos y mejorar sustancialmente la capacidad de interpretación territorial de los datos.

El presente documento tiene como objetivo difundir los avances logrados a partir de este proceso de transformación digital, así como destacar su potencial de replicabilidad en otras localidades del país, promoviendo una gestión más eficaz y territorializada de esta problemática social.

Área de estudio

La Ciudad de Mendoza, capital de la provincia homónima, es un municipio enclavado al pie de la Cordillera de los Andes, situado entre los 32° 51′ y los 32° 54´ latitud sur y los 68° 49´ y 69° 05′ de longitud oeste, variando su altitud desde los 720 msnm en la zona urbana al este y los 2.740 msnm en la zona oeste de precordillera (Municipalidad de la Ciudad de Mendoza, 2019). La división político-administrativa del territorio corresponde a seccionales, definiendo zonas homogéneas con características propias. Actualmente se clasifica en doce secciones.

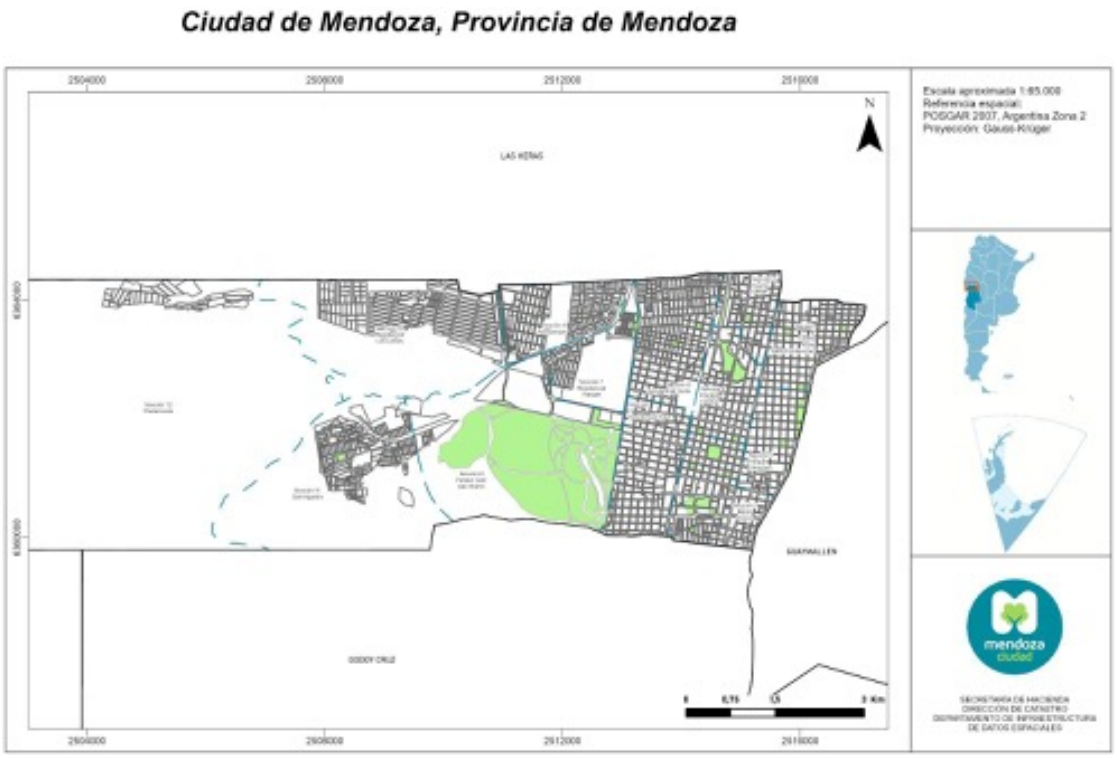


Fig 1. Ubicación de la Ciudad de Mendoza
Fuente: elaboración propia (2025).

El departamento Capital, si bien es el menos poblado de la provincia según el Censo 2022, cumple un rol central como núcleo administrativo, económico, turístico y social, lo que genera un intenso flujo diario de personas provenientes de otras zonas. Esta dinámica influye directamente en la presencia de personas en situación de calle (PSC), que tienden a concentrarse en áreas donde se ubican servicios y recursos. En esa línea, el Censo Nacional de Personas y Hogares del año 2022 incorporó por primera vez la categoría de PSC, registrando 11 personas en esta condición dentro del ejido capitalino (Municipalidad de la Ciudad de Mendoza, n.d.). No obstante, esta cifra contrasta con relevamientos locales más recientes, que han identificado una población significativamente mayor, evidenciando las limitaciones del Censo para captar esta problemática de manera precisa y territorializada.

MÉTODOS Y FUENTES UTILIZADOS

El desarrollo de las herramientas digitales fue precedido por un proceso de trabajo colaborativo entre las distintas áreas municipales involucradas. A través de encuentros intersectoriales, se presentó la propuesta técnica y se definieron en conjunto los contenidos de los instrumentos de recolección de datos, incorporando dimensiones clave para una caracterización integral y multidimensional de las personas en situación de calle (PSC).

Como fuentes de información, se utilizaron los registros históricos de la Dirección de Gestión Social, originalmente sistematizados en planillas de cálculo, y se integraron con datos territoriales en formato de capas geoespaciales (Figura 2). Esta combinación de datos administrativos y espaciales fortaleció el análisis situacional y mejoró la capacidad de toma de decisiones en torno al abordaje de esta problemática. A continuación se describen las etapas del proceso:

Primera etapa

Se diseñaron los formularios digitales tomando como base los registros existentes y las nuevas estructuras propuestas por el equipo técnico. Se definieron variables vinculadas a salud, nivel educativo, género, trayectoria de calle, entre otras. La herramienta utilizada fue *ArcGIS Survey123*, con dos formularios diferenciados: uno orientado al relevamiento de datos personales y otro para el registro de las intervenciones psicosociales. Previo a su implementación definitiva, se realizaron múltiples cargas de prueba que permitieron validar la utilidad del instrumento y ajustar su funcionamiento.

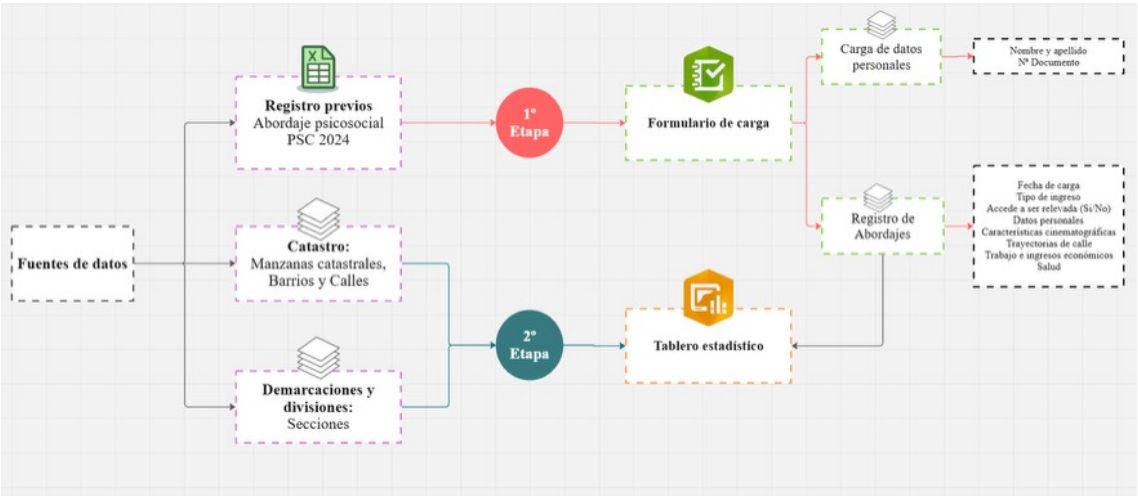


Fig. 2.Etapas de trabajo
Fuente: elaboración propia (2025).

Segunda etapa

Se desarrollaron tableros interactivos para la gestión y visualización dinámica de la información recolectada. Estos tableros, creados con ArcGIS *Dashboards*, permiten la edición de registros, la visualización de gráficos, listados y mapas, así como la construcción de historiales individualizados por persona, lo que facilita el seguimiento longitudinal de los casos (Figura 3). La visualización territorial y la trazabilidad de las intervenciones representan un aporte significativo para la planificación estratégica y la articulación institucional.



Fig. 3 Captura del tablero estadístico
Fuente: elaboración propia (2025).

RESULTADOS

• Se relevaron cerca de 260 personas en situación de calle que habitan o circulan por la capital. Esta cifra difiere de la reportada en el Censo 2022, lo que evidencia una variación en la cantidad de personas abordadas en comparación con ese relevamiento.

• La mayoría de las personas relevadas son de nacionalidad argentina, y solo una pequeña proporción proviene de otras provincias.

• En cuanto a la franja etaria, el 60% tiene entre 25 y 44 años, con una distribución predominante en los rangos de 25 a 34 y de 35 a 44 años.

• El 88% se identifica con el género masculino.

Trayectoria de calle

Casi el 60% de las personas relevadas atraviesa su primera experiencia en situación de calle. No cuentan con un lugar de residencia fijo y se desplazan por diferentes espacios dentro de los departamentos de Guaymallén, Las Heras y Godoy Cruz, limítrofes con la capital.

Lugar de pernocte

• Cerca del 80% duerme en espacios públicos, siendo plazas y parques los lugares más frecuentados para pasar la noche.

• La mayor concentración de personas en situación de calle se encuentra en las secciones 2ª y 3ª, correspondientes al microcentro de la ciudad, donde se localiza la mayor oferta de actividades y servicios.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La incorporación de herramientas basadas en TIG en el abordaje de personas en situación de calle en la Ciudad de Mendoza ha significado una mejora sustancial en los procesos operativos y estratégicos. Este enfoque ha permitido agilizar y ordenar el flujo de trabajo, facilitando la sistematización de los datos recolectados y la centralización de la información, lo cual optimiza el seguimiento individual de cada persona abordada.

La posibilidad de visualizar espacialmente los datos ha contribuido a una caracterización más precisa, tanto sociodemográfica como territorial, de la población en situación de calle. A partir de las intervenciones registradas, se ha logrado construir un historial por persona y georeferenciar los espacios frecuentados, delineando así patrones de circulación dentro de la ciudad. En este sentido, las secciones 2ª y 3ª del ejido urbano —coincidentes con el microcentro— emergen como las zonas de mayor densidad y tránsito de PSC, dado que concentran gran parte de los servicios y recursos.

Este proceso constituye un insumo valioso para la planificación y toma de decisiones, habilitando múltiples ventajas:

• Optimización del diseño de políticas públicas, sustentadas en datos confiables, geolocalizados y actualizados en tiempo real.

• Focalización más eficiente de recursos e intervenciones, priorizando aquellas zonas con mayor demanda y necesidad.

• Mejora del diagnóstico integral de la problemática, permitiendo abordar no sólo la emergencia asistencial, sino también las dimensiones estructurales vinculadas con salud, empleo, vivienda, adicciones y redes de contención familiar.

• Fortalecimiento de la articulación interinstitucional, al proporcionar una herramienta común para la gestión de casos entre distintas áreas gubernamentales y organizaciones de la sociedad civil.

• Potencial de replicabilidad, tanto en otros municipios como en organizaciones sociales o académicas, al ofrecer una metodología alternativa que complementa —e incluso supera en algunos aspectos— las limitaciones de los censos tradicionales, al capturar dinámicas territoriales que suelen permanecer invisibilizadas.

En definitiva, el uso de tecnologías de la Información Geográfica no solo aporta una dimensión técnica innovadora, sino que también habilita un enfoque más humano y comprensivo de la problemática, al integrar el componente territorial en la respuesta institucional frente a una de las formas más extremas de exclusión social.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer al equipo de abordaje psicosocial y a la directora de la Dirección de Gestión Social, quienes tuvieron compromiso y gran predisposición a realizar el trabajo de manera colaborativa y compartida.

REFERENCIAS

COLAUTTI, L., GRANDES, M., MADELAIRE, L., & del CASTILLO, N. (2024). Pobreza y situación de calle: un nuevo estudio en la ciudad de Buenos Aires. Desarrollo Económico. *Revista de Ciencias Sociales*, 63(241), 287–312. https://revistas.ides.org.ar/desarrollo-economico/article/view/650/362

MUNICIPALIDAD DE LA CIUDAD DE MENDOZA. (2019). *Plan Municipal de Ordenamiento Territorial - Ciudad de Mendoza* [Normativa]. https://datos.ciudaddemendoza.gov.ar/dataset/plan-municipal-ordenamiento-territorial

MUNICIPALIDAD DE LA CIUDAD DE MENDOZA. (s.f.). *La Ciudad en datos. Tableros estadísticos. Geoportal Ciudadano*. https://geoportalciudadano.ciudaddemendoza.gob.ar/ciudad-en-datos.html

Mapeo de los cuidados con técnicas de inteligencia territorial

para identificar brechas de oferta y demanda

Mapping Care with Territorial Intelligence Techniques to Identify Supply and Demand Gaps

Mapeamento do Cuidado com Técnicas de Inteligência Territorial para Identificar Lacunas de Oferta e Demanda

Samanta Aleso[*1], *Cristian Matías Wörner*[1], *Sebastián Nicolás Martinez*[1], *David Curbela*[1], *Graciela Noemí Sanagua*[1]

1 Cooperativa de Trabajo Geográfico Cambalache Limitada.
**: contacto@cambalache.coop.ar*

Resumen: Esta ponencia presenta una metodología desarrollada junto con el Equipo de Género del Centro Regional para América Latina[1] y el Caribe del PNUD, orientada a construir mapas de cuidados como herramienta para el diagnóstico territorial. A través de la integración de distintas geotecnologías, se identifican brechas entre oferta y demanda de cuidados, lo que permite señalar áreas críticas y detectar lo que denominamos *desiertos de cuidado*: zonas con baja accesibilidad a servicios y alta demanda insatisfecha.

La metodología se aplica en diversos países de América Latina , adaptándose a la disponibilidad de datos abiertos, la calidad cartográfica y las capacidades técnicas locales. Se trabaja con fuentes como censos, registros administrativos y relevamientos específicos, integrados mediante herramientas como *GeoNube* (Cambalache Cooperativa Geográfica, s.f.) y *Metabase* vinculados a *PostgreSQL/PostGIS*. Se promueve la apropiación local de

1 Hasta la fecha, Cambalache Cooperativa Geográfica ha participado en la implementación técnica y el análisis de resultados de experiencias en El Salvador, Guatemala, Honduras, Perú y República Dominicana, con posibilidad de extender la aplicación de esta metodología a nuevos contextos territoriales.

los resultados y se fortalecen capacidades técnicas de los equipos.
Los mapas producidos brindan evidencia visual y analítica, y sirven como insumo para el diálogo interinstitucional, visibilizando déficits y orientando decisiones de política pública. Esta ponencia comparte los aprendizajes y desafíos del proceso, destacando el valor de combinar enfoques técnicos y participativos para avanzar hacia sistemas integrales de cuidado con perspectiva de derechos y enfoque territorial.

Palabras clave: *accesibilidad, cobertura, derechos, diagnóstico.*

Abstract: This paper presents a methodology developed in collaboration with the Gender Team of the Regional Center for Latin America and the Caribbean of UNDP, aimed at building care maps as a tool for territorial diagnosis. Through the integration of different geotechnologies, gaps between care supply and demand are identified, allowing for the detection of critical areas and what we term care deserts: zones with low accessibility to services and high levels of unmet demand.
The methodology is applied in various Latin American countries, adapting to the availability of open data, cartographic quality, and local technical capacities. It draws on sources such as censuses, administrative records, and specific surveys, integrated through tools like GeoNube (Cambalache Cooperativa Geográfica, n.d.) and Metabase linked to PostgreSQL/PostGIS. The approach promotes local ownership of results and strengthens the technical capacities of teams.
The produced maps provide visual and analytical evidence and serve as input for inter-institutional dialogue, making deficits visible and guiding public policy decisions. This paper shares lessons learned and challenges encountered in the process, highlighting the value of combining technical and participatory approaches to advance towards comprehensive care systems with a rights-based and territorial perspective.

Keywords: *accessibility, coverage, rights, diagnosis.*

Resumo: Esta comunicação apresenta uma metodologia desenvolvida em conjunto com a Equipe de Gênero do Centro Regional para a América Latina e o Caribe do PNUD, voltada para a construção de mapas de cuidado como ferramenta de diagnóstico territorial. Por meio da integração de diferentes geotecnologias, identificam-se lacunas entre oferta e demanda de cuidado, o que permite indicar áreas críticas e detectar os chamados desertos de cuidado: zonas com baixa acessibilidade a serviços e alta demanda não atendida.
A metodologia é aplicada em diversos países da América Latina, adaptando-se à disponibilidade de dados abertos, à qualidade cartográfica e às capacidades técnicas locais. Trabalha-se com fontes como censos, registros

administrativos e levantamentos específicos, integrados por meio de ferramentas como GeoNube (Cambalache Cooperativa Geográfica, s.f.) e Metabase vinculados ao PostgreSQL/PostGIS. O enfoque promove a apropriação local dos resultados e fortalece as capacidades técnicas das equipes.

Os mapas produzidos oferecem evidências visuais e analíticas, e servem como insumo para o diálogo interinstitucional, tornando visíveis os déficits e orientando decisões de políticas públicas. Esta comunicação compartilha os aprendizados e desafios do processo, destacando o valor de combinar abordagens técnicas e participativas para avançar em direção a sistemas integrais de cuidado com perspectiva de direitos e enfoque territorial.

Palavras-chave: *acessibilidade, cobertura, direitos, diagnóstico.*

INTRODUCCIÓN

Las desigualdades de género en diferentes esferas económicas y sociales aún son significativas en América Latina y el Caribe (ALC). En los países de ALC, las mujeres dedican en promedio tres veces más tiempo al trabajo doméstico y de cuidados no remunerado en comparación con los hombres, y estas brechas son mayores en los quintiles de ingresos más pobres (PNUD, 2021; CEPAL, 2021). En este contexto, la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) destacan que la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres son fundamentales para el logro del desarrollo sostenible. La Agenda 2030 aspira a un mundo en el que el respeto a los derechos humanos y la dignidad de las personas sea universal, en el que

> *todas las mujeres y niñas gocen de plena igualdad de género y donde se eliminen todos los obstáculos legales, sociales y económicos que impidan su empoderamiento (De los Santos, 2022, p. 2).*

En línea con estas agendas globales y regionales[2], los Estados de ALC están tomando medidas para abordar las causas estructurales de la desigualdad de género, así como sus consecuencias. Un número de países ha avanzado o se encuentra avanzando no solo en políticas de cuidados que reconozcan, reduzcan y redistribuyan el trabajo de cuidados, sino en sistemas integrales de cuidados. (De los Santos, 2022, p. 2)

Un sistema de cuidados implica la articulación de distintos actores sociales, como el Estado, el mercado, la comunidad y las familias, y también la articulación de diferentes políticas con el objetivo de reducir las brechas y las superposiciones en las intervenciones.

2 La Agenda Regional sobre Igualdad de Género comienza a construirse hace 45 años, con la celebración de la Primera Conferencia Regional sobre la Integración de la Mujer en el Desarrollo Económico y Social de América Latina (La Habana, 1977), que abrió un espacio de intercambio regional luego de la Conferencia Mundial del Año Internacional de la Mujer (Ciudad de México, 1975). Desde entonces, se han realizado catorce conferencias regionales de mujeres, identificando los temas clave y los impulsores de la desigualdad, así como estableciendo estrategias y planes de acción para impulsar la igualdad de género en los países de ALC (ver CEPAL 2017).

La noción de sistemas integrales de cuidado se refiere a la integración de las políticas y normas novedosas y existentes en materia de cuidados (que van desde licencias parentales hasta centros de cuidado, incluyendo la profesionalización de las trabajadoras domésticas remuneradas, políticas de transformación cultural, entre otras), y su ampliación articulada para universalizar el acceso a los servicios y garantizar el derecho a dar y recibir cuidados. La creación de sistemas de cuidado integrales también puede considerarse como un motor para una recuperación socioeconómica que no deja a nadie atrás, ya que tienen el potencial de generar empleo de calidad de manera directa e indirecta, así como de facilitar el buen funcionamiento de otros sectores de la economía. (De los Santos, 2022, p. 2)

¿Por qué construir mapas de cuidados?

Con el objetivo de brindar a los gobiernos nacionales o locales información precisa y actualizada sobre la oferta de cuidados en un territorio (incluyendo la oferta brindada por el estado, el mercado y la comunidad) y, asimismo, analizar si esa oferta es suficiente frente a las demandas de cuidado de la población de ese territorio, es necesario tener evidencias sobre dónde se ubican las instituciones cuidadoras y cómo se distribuyen en el territorio las personas que necesitan cuidados a fin de conectarlas de manera eficiente.

De esta forma, los mapas de cuidados, nos van a facilitar el proceso de diagnóstico territorial y permitir identificar dónde se encuentran los déficits de atención más cruciales para planificar en consecuencia.

MÉTODOS Y FUENTES UTILIZADOS

Para lograr este diagnóstico territorial, fue necesario desarrollar una estrategia metodológica que permitiera cuantificar y georreferenciar tanto la oferta como la demanda de cuidados. A continuación, se presenta la metodología aplicada y las fuentes de información utilizadas que permiten fundamentar la identificación de brechas, áreas prioritarias de intervención y zonas críticas como los denominados *desiertos de cuidado*.

Para este estudio se define como poblaciones objetivo de cuidado a niñas y niños entre 0 a 5 años, personas hasta 59 años con alguna dificultad y personas adultas mayores de 59 años en situación de dependencia.

La metodología implementada incluye 6 etapas: 1. Mapeo de la oferta de cuidados, 2. Mapeo de la demanda de cuidados, 3. Estimaciones de accesibilidad, 4. Aproximación a los desiertos de cuidado, 5. Visualización, 6. Transferencia de capacidades.

Para la etapa 1: Mapeo de la oferta, las fuentes que se analizan provienen de registros administrativos, experiencias de mapeos comunitarios y datos obtenidos con técnicas de *web scraping* con el objetivo de lograr la georreferenciación del universo que abar-

que a los principales proveedores de cuidados: el sector público, el sector privado y el sector comunitario.

Los registros administrativos son seleccionados y suministrados por los organismos correspondientes que se contactan a través de la oficina de PNUD de cada país.

En algunos casos existen experiencias de mapeos comunitarios realizados con herramientas de recopilación en territorio como *QFIELD* (aplicación móvil desarrollada como parte del ecosistema de QGIS), y/o *Kobo Toolbox* que también se incorporan al análisis.

En el caso del *web scraping* se utilizan palabras clave abarcativas que permiten detectar y extraer la información de los centros de cuidado. Se implementan scripts que realizan las consultas a la API de Google Places y se obtienen los resultados en formato estructurado.

Con la unificación de estas fuentes se realizan chequeos y se estudia la superposición de casos para detectar duplicaciones y/o casos que no corresponda considerar. Esta revisión se realiza principalmente visualizando las capas en QGIS.

En esta etapa se obtiene como resultado el listado consolidado de centros de cuidado georreferenciados que incluye a la oferta brindada por los proveedores de cuidados: sector público, sector privado y comunidad. Este registro contiene los datos principales (al menos) de ubicación, el tipo de centro, grupo de población atendida según los definidos como prioritarios de cuidado.

Para la etapa 2: Mapeo de la demanda, se realiza la estimación de las personas potenciales usuarias de servicios de cuidado a partir de datos censales, encuestas de hogares, registros administrativos, y/o proyecciones de población georreferenciadas.

En algunos casos se dispone de las bases nominales del censo las cuales se procesan para obtener tabulados de los grupos de población analizados. En otros casos, la información se extrae de los REDATAM[3] del país en cuestión disponibles en formato web. REDATAM: herramienta gratuita para procesamiento y análisis de datos estadísticos desarrollada por el Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía, División de Población de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CELADE-CEPAL). En otros casos, donde no es posible acceder a información oficial, se utilizan estimaciones provenientes de *The Humanitarian Data Exchange* (HDX) cuya metodología se basa en la superposición de imágenes satelitales actualizadas para detectar densidades y estimaciones generales basadas en datos censales públicos y otras estadísticas de población.

Uno de los principales desafíos técnicos del proceso es lograr que las bases espaciales disponibles puedan integrarse correctamente con las tablas estadísticas o administrativas. Esto requiere que ambas estén codificadas bajo un mismo sistema de referencia

3 REDATAM: herramienta gratuita para procesamiento y análisis de datos estadísticos desarrollada por el Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía, División de Población de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CELADE-CEPAL).

oficial y normalizado, lo cual no siempre ocurre. La ausencia de códigos geográficos estandarizados o la falta de correspondencia entre distintas fuentes de datos dificulta en varios casos el cruce automático de información, implicando un trabajo adicional de limpieza o generación de equivalencias. Esta limitación pone de relieve la necesidad de fortalecer los sistemas de información territorial desde una perspectiva interoperable.

Para la georreferenciación de los indicadores de población se utiliza cartografía oficial con divisiones administrativas pequeñas como radios censales o manzanas. En casos donde se dificulta la disponibilidad de estas capas territoriales se utilizan técnicas alternativas como la creación de grillas hexagonales.

A partir de la información de HDX se construyen celdas vectoriales en forma de hexágonos utilizando la librería *UrbanPy*[4], basada en el sistema H3. Este sistema, desarrollado por Uber, permite la generación de una malla jerárquica de hexágonos de diferentes resoluciones para representar datos espaciales de manera eficiente. En este caso, se emplean celdas con resolución de nivel 9, con un radio de 200 m aproximadamente. Este procedimiento tiene como finalidad representar territorialmente la distribución poblacional mediante una malla hexagonal que agrupa a la población en unidades espaciales regulares permitiendo una mayor granularidad que la que se logra con las divisiones administrativas mayores, lo cual facilita un análisis más detallado y preciso del territorio.

En esta etapa se obtiene la cartografía temática con la distribución espacial de la población según los grupos prioritarios.

Para la etapa 3: Estimaciones de accesibilidad, se toma en cuenta la distribución de los centros de cuidado y se establece la relación espacial que existe entre cada porción del territorio (sea radio censal, manzana, hexágono o distrito municipal), tomando al centroide como referencia respecto del punto del centro de cuidado más cercano. Esta estimación también se calcula con el paquete *UrbanPy*, herramienta de código abierto desarrollado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) que contiene un paquete de funciones analíticas en lenguaje Python. En este caso se analiza el tiempo de viaje de recorrido, que en este caso es a pie (influye la distancia y la velocidad), y arroja como resultado la distancia en metros y la duración de caminata en minutos al centro más cercano.

Una limitación de *UrbanPy* observada es que, al analizar áreas con una grilla de numerosos hexágonos, el proceso tiende a colapsar. Para solucionar este inconveniente, se desarrolla un script que genera un área de 5 km alrededor de los centros de cuidado, descartando así los centroides de hexágonos ubicados a una distancia mayor. Esta estrategia permitió reducir significativamente la cantidad de datos procesados.

4 Urban Py: herramienta de código abierto desarrollado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) que contiene un paquete de funciones analíticas en lenguaje Python.

En esta etapa se obtiene para cada centroide, del territorio analizado según cada caso, el centro de cuidado más cercano, la distancia en metros y la duración en minutos de caminata.

Para la etapa 4: Aproximación a los desiertos de cuidado, se delimitan los territorios desiertos de cuidado para cada grupo de población, que consisten en áreas que tienen alta demanda, es decir que el promedio de cantidad de habitantes está por encima de la media respecto al total, y la distancia a pie al centro de cuidado más cercano sea mayor a 20 minutos. La autora de esta metodología es Daniela DE LOS SANTOS, del Centro Regional para América Latina y el Caribe. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Las variables consideradas son distancia-duración al centro de cuidado y alta demanda de población siendo:

Distancia al centro: distancia desde el centroide de la manzana/radio al centro más cercano (m/km).

Duración a centro: cantidad de minutos necesaria para caminar desde el centroide de la manzana hasta el centro de cuidado más cercano.

Alta demanda: se clasifica un territorio como de alta demanda cuando está por encima de la media (para personas con discapacidad y adultas mayores) o mediana (niñas y niños entre 0 a 5 años) de demanda respecto al total de manzanas.

Desierto: cuando la demanda es alta y la duración del viaje al centro es mayor a 20 minutos.

Adicionalmente, mediante el cálculo de isocronas de los centros, se obtienen las áreas con y sin cobertura de cuidados. Cabe aclarar que la distancia no es euclidiana (línea recta entre dos puntos) sino que considera las infraestructuras de calles, redes de transporte, etc.

Para la etapa 5: Visualización, se emplean tecnologías de uso libre de tipo Geovisores como *GeoNube* (Cambalache Cooperativa Geográfica, s.f.) y paneles interactivos (Herramienta de reportes BI: *Metabase*). Ambas aplicaciones se alimentan de una base de datos relacional PostgreSQL con módulo *PostGIS*.

La *GeoNube* es una plataforma desarrollada para la publicación de información espacial por la Cooperativa Cambalache. Permite visualizar las capas en forma superpuesta facilitando la interpretación de los indicadores analizados. Se puede consultar la información de los elementos mediante la herramienta información, visualizar y filtrar datos mediante la herramienta tabla y descargar las capas en formato csv, shp y kml.

Es un proyecto *open source* desarrollado con tecnologías *front* y *back end*. En su desarrollo web utiliza tecnologías HTML y CSS e implementa la estructura de diseño *Bootstrap* para armonizar su apariencia y asegurar su mantenibilidad con los estándares web.

En su núcleo interno utiliza el lenguaje de servidor PHP a través del marco de trabajo *Code Igniter* para realizar todas las consultas internas a la base de datos, autenticación y control de acceso.

En su base de datos implementa el motor *PostgreSQL* en conjunto con el módulo *PostGIS* para asegurar el resguardo y tratamiento correcto de la información espacial provista por nuestros clientes.

Los datos provistos en los visualizadores como geoservicios se implementan a través del aplicativo *Geoserver*, herramienta líder en el ámbito de gestión de recursos georreferenciados, instalado en un servidor Apache Tomcat que asegura su disponibilidad y estabilidad en todo momento.

Los paneles interactivos se desarrollan en *Metabase*, una plataforma para la creación de cuadros de mandos que permite visualizar métricas de interés en forma de gráficos. Dentro de las opciones gráficas disponibles incluye mapas; pero estos gráficos de tipo mapa tienen algunas limitaciones: no es posible superponer múltiples capas o personalizar estilos y tiene una interacción limitada con los datos.

En esta etapa se obtienen las visualizaciones de información.

En la etapa 6, correspondiente a la Transferencia de capacidades, se contemplan aspectos vinculados tanto a la instalación de tecnologías en servidores externos como en servidores de Cambalache Cooperativa Geográfica. En caso de proceder con la transferencia tecnológica, se coordina con el personal de tecnologías de la información (IT) de cada país para definir los detalles de implementación, incluyendo los requerimientos de memoria, la apertura de puertos y los accesos necesarios.

Esta etapa puede incluir instancias de capacitación en las principales tecnologías empleadas en el proyecto: *QGIS, PostgreSQL-PostGIS, Geoserver, GeoNube* y *Metabase*. Las capacitaciones se imparten en modalidad virtual, quedando las sesiones grabadas para su posterior consulta; adicionalmente, se entregan materiales escritos de apoyo, según corresponda.

Asimismo, se prevé un período de acompañamiento técnico destinado a atender requerimientos que pudieran surgir, tales como actualizaciones, modificaciones o ajustes en la infraestructura implementada.

Como producto de esta etapa, se obtienen las tecnologías configuradas y operativas en el entorno del país receptor, acompañada de la transferencia de conocimientos necesarios para su administración y mantenimiento autónomo.

RESULTADOS

Este tipo de representación territorial (Figura 1) resulta clave para visualizar de manera inmediata la distribución espacial de los servicios de cuidado y su relación con el entorno. Aporta una mirada integral que permite identificar concentraciones, vacíos de cobertura y patrones de localización, facilitando el análisis de accesibilidad real a los centros de atención.



Figura 1. Recorte capa activa de centros de atención a población adulta mayor en situación de dependencia en visor GeoNube

Fuente: elaboración propia (2024).

La representación de la información de la demanda utilizando una subdivisión a nivel de distrito permite obtener una primera aproximación de la demanda (Figura 2).

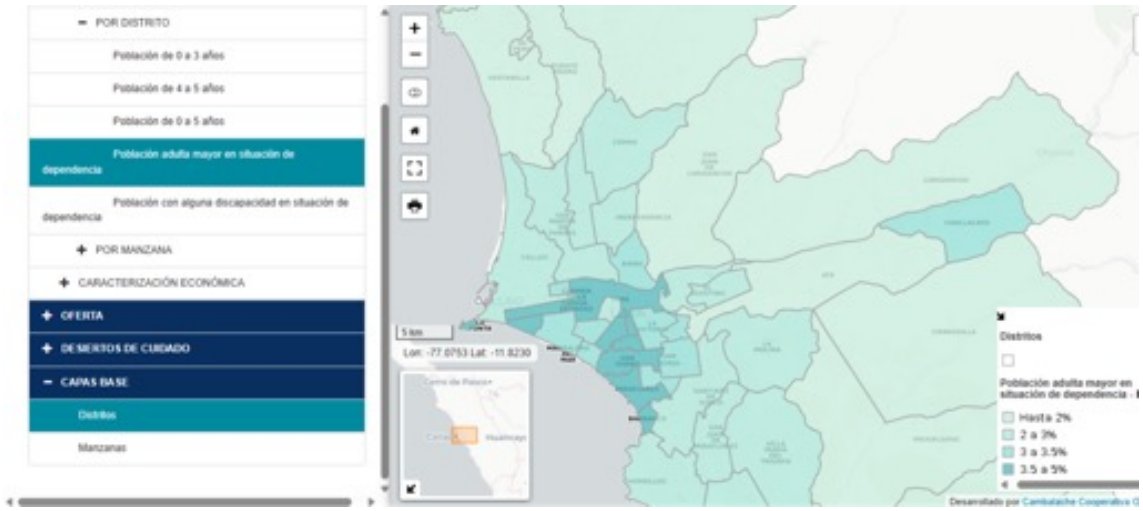


Figura 2. Recorte capa activa de población adulta mayor en situación de dependencia según distrito en visor GeoNube

Fuente: elaboración propia en base a población estimada 2023 del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI-Perú)(2024).

En cambio, utilizar un nivel más pequeño de divisiones administrativas (mapa 3) permite identificar con más precisión los sectores donde se concentra la población con necesidad de cuidados (Figura 3).

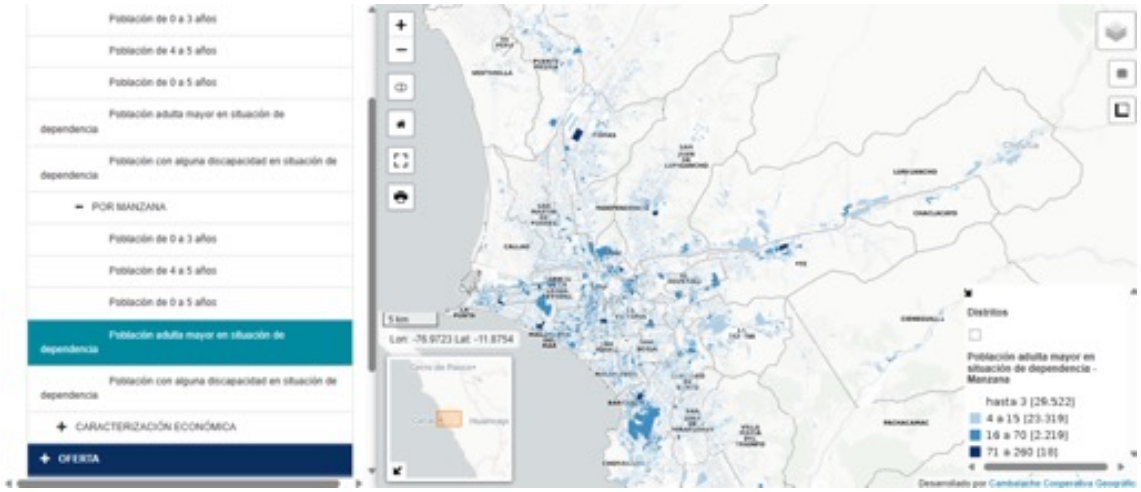


Figura 3. Recorte capa activa de población adulta mayor en situación de dependencia según manzana en visor GeoNube

Fuente: elaboración propia en base a población estimada 2023 del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI-Perú) (2024).

En ocasiones, los gobiernos no pueden disponer de las capas con divisiones administrativas a nivel más pequeño, como radio o manzana, por alguna limitación legal o política de datos abiertos. Ante estos casos se opta por utilizar el sistema de celdas jerárquico hexagonal llamado H3 obteniendo de esta manera una granularidad mayor que permite analizar más en detalle a los territorios (Figura 4 y 5).

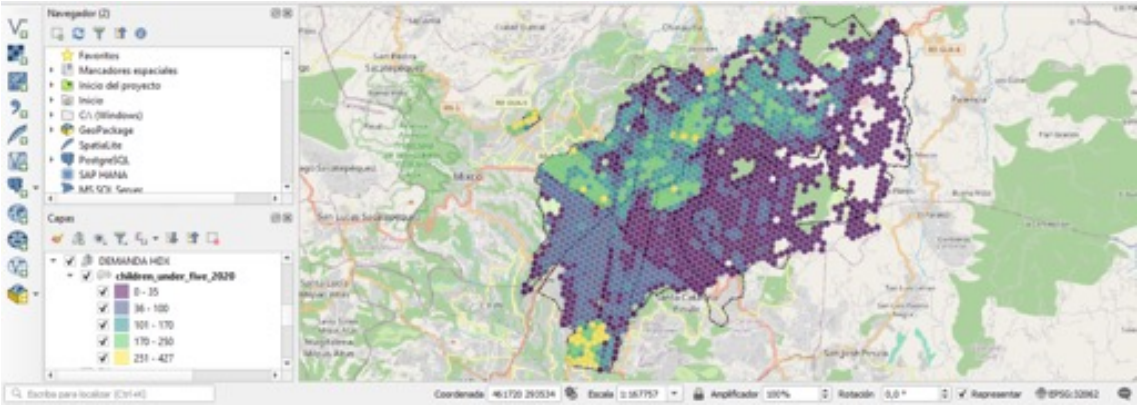


Figura 4. Recorte capa activa de población niñas y niños según grilla hexagonal en SIG de escritorio QGIS

Fuente: elaboración propia en base a datos en The Humanitarian Data Exchange (2025).

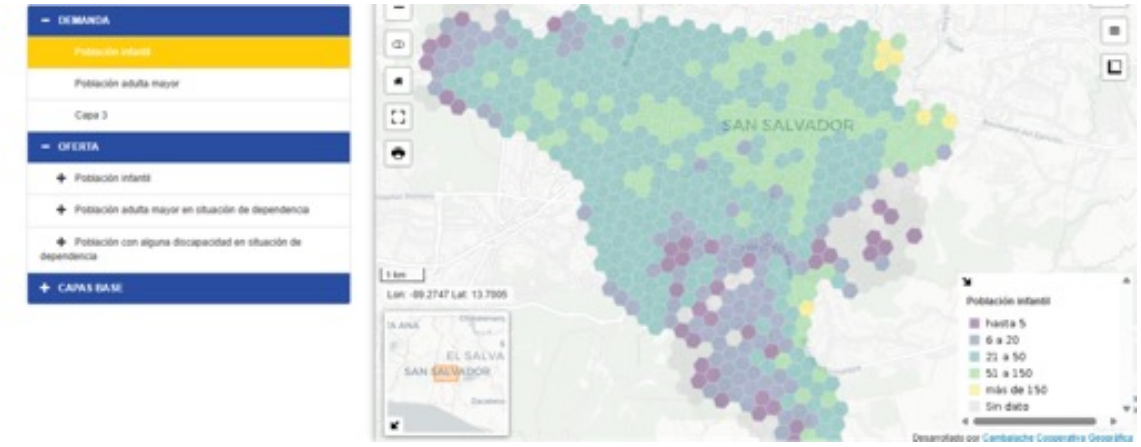


Figura 5. Recorte capa activa de población niñas y niños según grilla hexagonal en visor GeoNube

Fuente: elaboración propia en base a datos en The Humanitarian Data Exchange (2025).

Algunos países pueden decidir agregar información de contexto relevante para el análisis y cruce de variables que lo fortalezca (Figura 6).

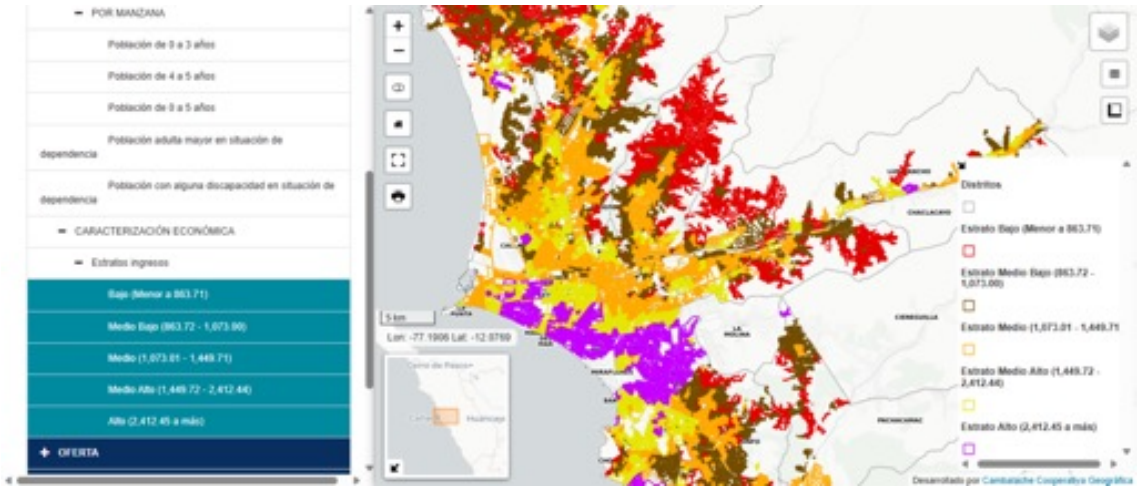


Figura 6. Recorte capa activa información de contexto en visor GeoNube

Fuente: elaboración propia en base a información de estratos de ingresos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI-Perú) (2024).

El cálculo de isocronas aporta resultados que facilitan la lectura de las áreas con y sin cobertura de servicios (Figura 7).

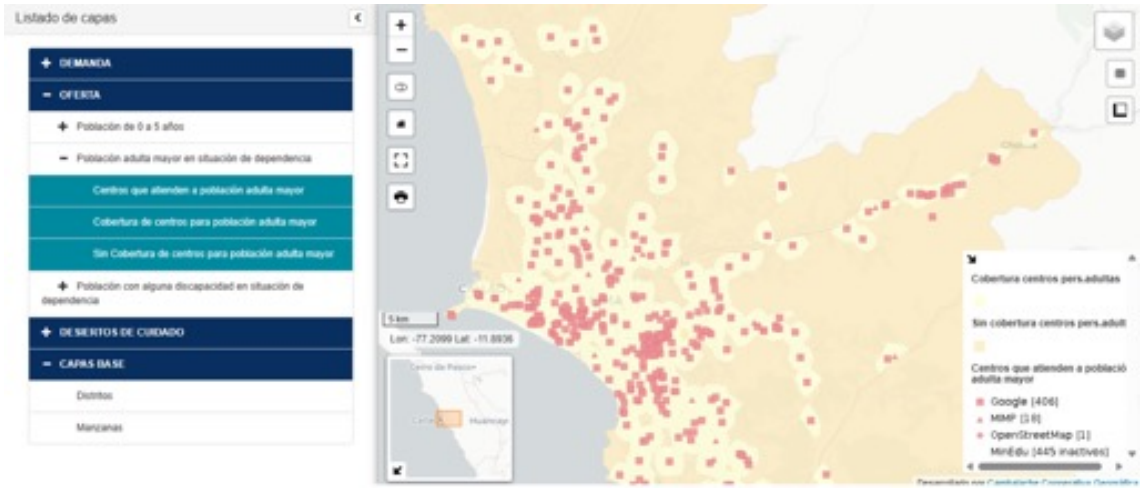


Figura 7. Recorte capa activa áreas de cobertura con isocronas en visor GeoNube
Fuente: elaboración propia (2024).

Activar las capas de manera estratégica permite superponer diferentes dimensiones del análisis —como la distribución territorial de la demanda, la cobertura de servicios y las condiciones socioeconómicas— para obtener un panorama más completo y profundo. Esta visualización integrada es clave para identificar con claridad las zonas críticas y orientar la toma de decisiones en políticas públicas de cuidado con mayor precisión (Figura 8).

En otros ejercicios donde se prioriza la visualización de información en forma de recuentos y estadísticas, se emplea la representación en cuadros de mando. Utilizamos *Metabase* por ser una herramienta de código abierto, flexible y de fácil integración con *PostgreSQL*, la base de datos con la que trabajamos habitualmente (Figura 9).

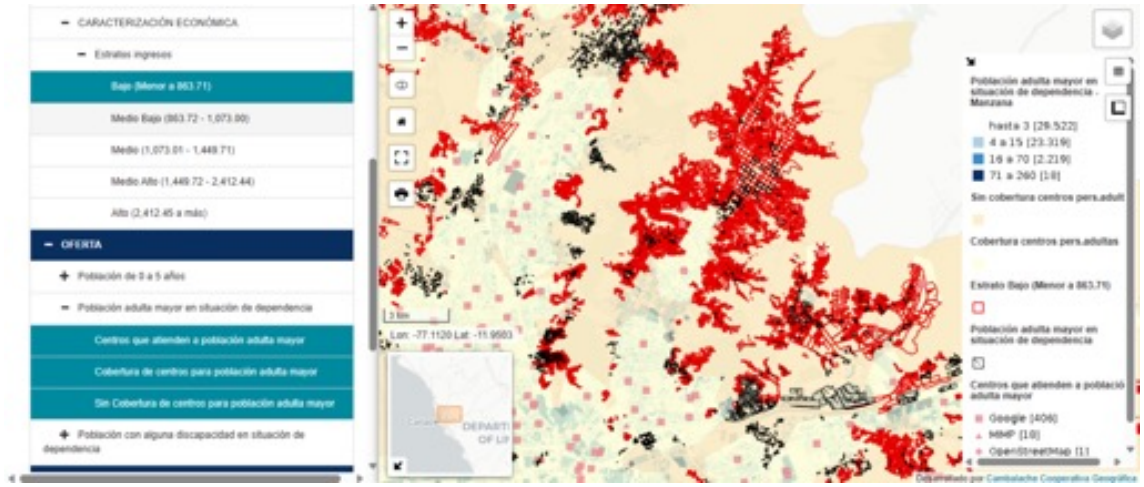


Figura 8. Recorte capas activas superpuestas en visor GeoNube
Fuente: elaboración propia (2024) con metodología de De los Santos, D.

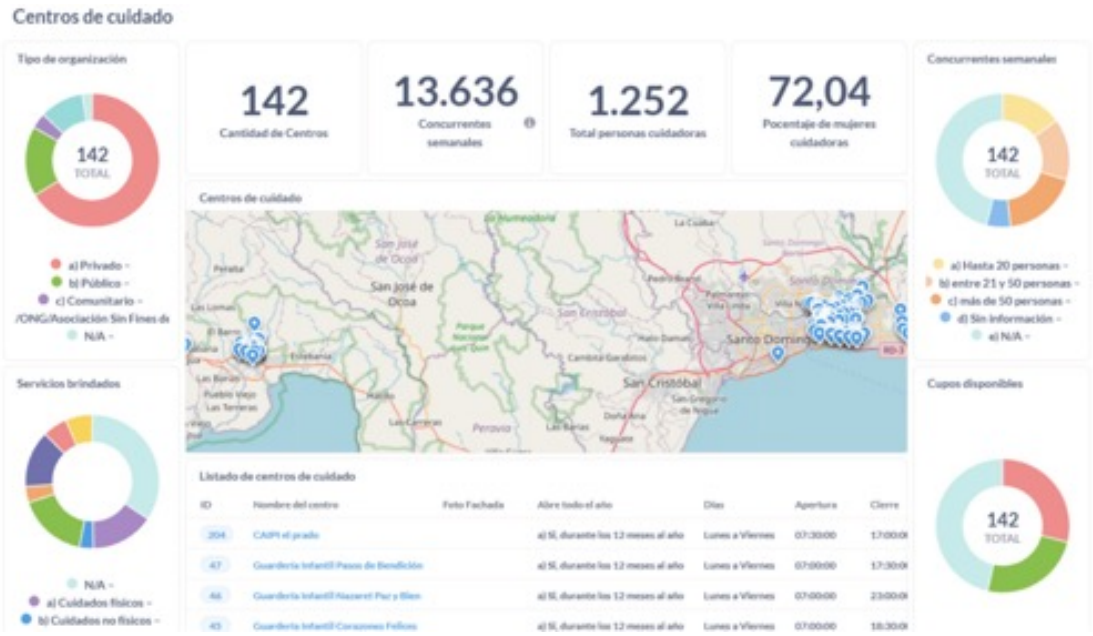


Figura 9. Recorte panel interactivo Metabase
Fuente: elaboración propia (2024).

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Identificamos áreas críticas prioritarias en estos territorios que servirán de insumo esencial para la etapa de diseño de los Sistema Nacionales de Cuidados. La metodología presentada permite medir las brechas entre oferta y demanda, incluyendo el cálculo innovador de desiertos de cuidado: zonas donde coexisten baja accesibilidad a servicios y alta concentración de población con necesidad de cuidados.

Esta propuesta ofrece un marco adaptable a distintos contextos. Se viene aplicando en diversos territorios sumando experiencias que permiten robustecerla y avanzar hacia sistemas integrales con enfoque territorial y perspectiva de derechos.

La implementación de esta serie de herramientas y tecnologías se basa casi exclusivamente en software libre, es versátil y puede ser implementada en su totalidad o sólo parcialmente, acomodándose a las necesidades de información y objetivos de cada proyecto o gobierno.

Los mapas de cuidado nos permiten responder las siguientes preguntas:

¿Dónde están situados en el territorio los déficits de cuidado más urgentes?

¿Qué territorios debemos mirar con atención dadas las proyecciones demográficas y de movilidad de la población?

¿Cómo se mueven en la ciudad las personas cuidadoras y las personas que necesitan cuidados?

¿Qué acciones pueden tomar los gobiernos de diferentes niveles de la administración para cerrar las brechas a nivel territorial?

En síntesis, los mapas de cuidado se consolidan como una herramienta clave para el análisis territorial de las necesidades de cuidado y la formulación de políticas públicas basadas en evidencia.

Cabe señalar que, al aplicar esta herramienta en los diferentes países, uno de los principales desafíos a enfrentar es el acceso a información pública y a datos abiertos de calidad; tanto cartográficos como cuantitativos. En este sentido, queremos destacar la labor y compromiso de las técnicas y técnicos de todos los organismos de nuestro país (nacionales, provinciales, municipales) que dedican esfuerzo constante a la producción, actualización y mejora de la información. Valoramos especialmente estos espacios de intercambio de experiencias, que enriquecen el trabajo colectivo, y expresamos nuestro reconocimiento a la comunidad de IDERA (Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina), cuya labor en la promoción del acceso, la estandarización y la disponibilidad de datos geoespaciales es clave y posiciona a nuestro país como desarrollado en la materia.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al equipo de Género del Centro Regional para América Latina y el Caribe del PNUD por su confianza en nuestra cooperativa, y especialmente a Daniela de los Santos, analista de proyectos y autora de la metodología de cálculo de desiertos de cuidado, por su acompañamiento constante y guía en estos proyectos. También a los países y organismos que colaboraron para su implementación. Finalmente, destacamos el compromiso del equipo de Cambalache, cuya dedicación hace posible ejecutar este tipo de soluciones.

REFERENCIAS

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (s.f.). *UrbanPy.* División de Desarrollo Urbano y Vivienda. https://knowledge.iadb.org/es/codigo-para-el-desarrollo/soluciones-de-codigo-abierto/urbanpy

CAMBALACHE COOPERATIVA GEOGRÁFICA (s.f.). *GeoNube*. https://cambalache.coop.ar/geonube/

NACIONES UNIDAS. COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (2017). *40 años de la Agenda Regional de Género*. NACIONES UNIDAS. https://hdl.handle.net/11362/40333

NACIONES UNIDAS. COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (2021). *Las mediciones de uso del tiempo en América Latina y el Caribe. Sistemas de información: transformar datos en información, información en conocimiento y conocimiento en decisión política.* https://www.cepal.org/sites/default/files/infographic/files/c2100059_web.pdf

DE LOS SANTOS, D. (2022). *Mapeando cuidados: Herramientas innovadoras para la georreferenciación de oferta y demanda de cuidados en América Latina y el Caribe*. Notas de política, (14). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-08/PNUD-SDGDoc-14-es.pdf

HUMANITARIAN DATA EXCHANGE (s.f.). Datasets. https://data.humdata.org/dataset

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (2024). *INEI - Plataforma del Estado Peruano*. https://www.gob.pe/inei/

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (2021). *Informe regional de desarrollo humano: Atrapados: Alta desigualdad y bajo crecimiento en América Latina y el Caribe*. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/latinamerica/undp-rblac-IRDH-PNUD-ES.pdf

Brecha de Género en los Impactos Ambientales:
El caso de la Inundación de Bahía Blanca, Argentina

Gender Gap in Environmental Impacts: The Case of the Bahía Blanca Flood, Argentina

Disparidade de gênero nos impactos ambientais: o caso da inundação de Bahía Blanca, Argentina

Autor institucional: ONU-Mujeres, Argentina y Dirección Provincial de Estadística de la Provincia de Buenos Aires (2025).
Malena Monteverde[1], Silvia Tomás[2]*

1 Centro de Investigaciones y Estudios sobre Estado y Sociedad (CIECS-CONICET) Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 2 Dirección de Estadísticas Sociales de la Dirección Provincial de Estadística, Ministerio de Economía de la Provincia de Buenos Aires.
**: montemale@yahoo.com*

Resumen: La inundación ocurrida en Bahía Blanca el 7 de marzo de 2025, fue producto de precipitaciones que superaron récords históricos. Las proyecciones de los modelos climáticos indican que las altas temperaturas y las precipitaciones extremas seguirán aumentando en la mayor parte del país. Ante escenarios probables de aumento en la frecuencia de eventos climáticos extremos, resulta oportuno abordar los siguientes interrogantes: ¿en qué medida las catástrofes ambientales representan una gravedad diferencial para las mujeres y las niñas de Argentina? Es decir, ¿existen brechas de género en la gravedad de los impactos de eventos ambientales del país? El presente estudio busca aportar evidencia robusta de los efectos diferenciados para varones y mujeres a partir de cuantificar las brechas de género en la Gravedad Potencial sobre la población de una catástrofe ambiental recientemente ocurrida (la inundación de Bahía Blanca). Para ello se elabora un índice de vulnerabilidad de las personas expuestas con enfoque

de género el cual se cruza con un índice de afectación para determinar la gravedad potencial para mujeres y varones. Se estiman índices de brechas de género en la vulnerabilidad de la población expuesta y en la gravedad potencial georreferenciados y se elaboran mapas de afectación e impacto potencial con perspectiva de género. Los resultados muestran que la inundación ocurrida en el partido de Bahía Blanca afectó a más mujeres que varones en términos absolutos, pero además las afectó potencialmente de forma más severa dado el mayor grado de vulnerabilidad demográfica, económica y en la carga de cuidados de las mujeres.

Palabras clave: *Impacto ambiental, vulnerabilidad de la población, brechas de género, inundación, Bahía Blanca.*

Abstract: The flooding that occurred in Bahía Blanca on March 7, 2025, was the result of record-breaking rainfall. Climate model projections indicate that high temperatures and extreme precipitation will continue to increase across most of the country. Given the likely scenarios of increased frequency of extreme weather events, it is pertinent to address the following questions: To what extent do environmental disasters have a differential impact on women and girls in Argentina? In other words, are there gender gaps in the severity of the impacts of environmental events in the country? This study seeks to provide robust evidence of the differentiated effects on men and women by quantifying the gender gaps in the potential severity of a recently occurred environmental disaster (the Bahía Blanca flood) on the population. To this end, a gender-sensitive vulnerability index for exposed individuals is developed and cross-referenced with an impact index to determine the potential severity for women and men. Gender gap indices are estimated for the vulnerability of the exposed population and for the potential severity of the floods, using georeferenced data, and maps of the potential impact and effects are developed from a gender perspective. The results show that the flooding in the Bahía Blanca district affected more women than men in absolute terms, but also potentially affected them more severely given their greater degree of demographic and economic vulnerability, as well as their greater burden of caregiving.

Keywords: *Environmental impact, population vulnerability, gender gaps, flooding, Bahía Blanca.*

Resumo: A inundação ocorrida em Bahía Blanca em 7 de março de 2025 foi resultado de chuvas recordes. Projeções de modelos climáticos indicam que as altas temperaturas e a precipitação extrema continuarão a aumentar em grande parte do país. Diante dos prováveis cenários de aumento na frequência de eventos climáticos extremos, é pertinente abordar as seguintes questões: Em que medida os desastres ambientais têm um im-

pacto diferenciado sobre mulheres e meninas na Argentina? Em outras palavras, existem disparidades de gênero na gravidade dos impactos de eventos ambientais no país? Este estudo busca fornecer evidências robustas dos efeitos diferenciados sobre homens e mulheres, quantificando as disparidades de gênero na gravidade potencial de um desastre ambiental recente (a inundação de Bahía Blanca) sobre a população. Para tanto, um índice de vulnerabilidade sensível ao gênero para indivíduos expostos é desenvolvido e cruzado com um índice de impacto para determinar a gravidade potencial para mulheres e homens. Índices de disparidade de gênero são estimados para a vulnerabilidade da população exposta e para a gravidade potencial das inundações, utilizando dados georreferenciados, e mapas do impacto e dos efeitos potenciais são elaborados a partir de uma perspectiva de gênero. Os resultados mostram que as inundações no distrito de Bahía Blanca afetaram mais mulheres do que homens em termos absolutos, mas também as afetaram potencialmente de forma mais severa, dada a sua maior vulnerabilidade demográfica e econômica, bem como a sua maior carga de cuidados.

Palavras-chave: *Impacto ambiental, vulnerabilidade da população, desigualdades de gênero, inundações, Bahía Blanca.*

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Los datos de informes recientes publicados por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) dan cuenta del fenómeno de cambio climático a nivel global:

i) las concentraciones atmosféricas de los tres gases de efecto invernadero más abundantes alcanzaron nuevos máximos históricos en 2023 (último año para el cual se dispone de datos consolidados a escala mundial,

ii) la temperatura media mundial en 2024 fue la más alta registrada a lo largo del período 1850-2024) y

iii) el ritmo de calentamiento de los océanos en los dos últimos decenios (2005-2024) duplicó con creces el observado en el período 1960-2005 (Organización Meteorológica Mundial, 2025a, World Meteorological Organization, 2025b).

En el informe para América Latina y el Caribe, se presenta evidencia amplia del fenómeno a nivel regional y de Argentina. En este se muestra, por ejemplo, que en 2024 Buenos Aires registró la temperatura más alta de la historia (38,6 °C el 11 de marzo) y el mes de agosto más cálido en 117 años (30 °C el 30 de julio). Además, en 2024 se registraron variaciones en las pautas de precipitación que provocaron sequías y crecidas que afectaron a América del Sur y a la Argentina:

a) las precipitaciones fueron inferiores a lo normal en zonas del este de la Argentina (entre un 20% y un 40% por debajo de lo normal) y

b) se registraron anomalías pluviométricas positivas en el sureste de América del Sur y el norte de la Argentina (entre un 10% y un 20% por encima de lo normal) (Organización Meteorológica Mundial, 2025a).

Si bien las amenazas y las catástrofes ambientales son comunes a amplios grupos de población a nivel mundial, existen interacciones documentadas que dan cuenta de los riesgos en exceso para ciertas poblaciones.

Por un lado, existe evidencia a nivel macro de una relación negativa entre el nivel económico del país, los riesgos ambientales (Rentschler J., 2022) y las pérdidas por desastres naturales (Toya H., 2007), que indican que los países más pobres se ven desproporcionalmente más afectados por las catástrofes naturales.

Desde el punto de vista micro, también se observa una relación inversa entre el nivel económico y los riesgos ambientales en general, aunque la misma no sería homogénea en todas las regiones del mundo. En su estudio, Winsemius y colegas (2018) cuantifican el sesgo en la exposición a inundaciones y sequías de las personas según condición de pobreza para 52 países (incluyendo algunos de América Latina y el Caribe), combinando mapas de riesgo ambiental con información socioeconómica a nivel de personas para cada país. En la mayoría de los países investigados, las personas en condición de pobreza se encuentran desproporcionadamente más expuestas a las amenazas ambientales, aunque la situación difiere considerablemente entre países, dentro de cada país y según el tipo de amenaza. No obstante, existen patrones geográficos: los países con mayor sesgo en la exposición de los pobres a ambos peligros se concentran en África. Además, se observan diferencias importantes según la densidad poblacional: en las zonas urbanas, las personas pobres están desproporcionadamente expuestas a inundaciones en comparación con el promedio, mientras que no se observa lo mismo en los hogares rurales (Winsemius H.C., 2018).

Dado el vínculo entre pobreza y riesgo ambiental, en la medida que se observen brechas de género en las condiciones de vida materiales (ingresos, pobreza, etc.), resulta altamente probable que las amenazas ambientales afecten desproporcionalmente más a las mujeres, tal como muestran diversos estudios a nivel mundial (Ngcamu, 2023; Tanjeela, 2018; Chidakwa, 2020). Una revisión sistemática de estudios con foco en los efectos sobre la salud de las mujeres concluye que el cambio climático no solo intensifica las desigualdades de género preexistentes, sino que afecta profundamente la salud física y mental de las mujeres (Anjum G, 2025).

El informe *Perfil País Argentina 2024. Desigualdades entre Varones y Mujeres*, recientemente publicado (2025), muestra la existencia de brechas estructurales entre mujeres y varones, evidenciando la desventajosa situación de las mujeres en múltiples dimensiones: 1- las mujeres dedican casi el doble de tiempo diario (6:31 horas) que sus pares varones (3:40 horas) a las tareas de cuidados no remuneradas; 2- las mujeres tiene tasas de empleo remunerado que son entre un 15% y un 21% más bajas que las de los varones; 3- presentan tasas de desocupación sistemáticamente mayores; 4- se emplean en trabajos de menor calidad en términos de aportes jubilatorios; 5- la proporción de mujeres sin ingresos propios es sistemáticamente superior: 6- los ingresos salariales e ingresos totales de las mujeres son en promedio alrededor de un 25% más

bajos que los de los varones; 7- Las mujeres suelen concentrarse más en sectores y ocupaciones con menores ingresos medios (segregación horizontal) y tienden a estar subrepresentadas en cargos jerárquicos (segregación vertical); 8- Las mujeres que son dueñas de empresas o están en posiciones de toma de decisión son significativamente menos que los varones en estas posiciones; 9- la cantidad de mujeres en condición de pobreza y pobreza extrema por cada 100 hombres en la misma condición (denominado índice de feminidad de la pobreza) es sistemáticamente mayor a 100, ya sea que se mida tomando el umbral nacional (de INDEC) o regional (de CEPAL). 10- Además, las mujeres continúan estando subrepresentadas en todos los espacios de decisión política: de los tres poderes (ejecutivo, legislativo y judicial, y niveles (nacional y subnacional) y 11- continúan siendo víctimas de actos de violencia y hasta muertes por razones de su género (femicidios) (ONU Mujeres, 2025).

Existen otras rutas que vinculan el género y el riesgo ambiental y que frecuentemente quedan invisibilizadas. Arenas Ferriz (2001) destaca el hecho de que, en las situaciones de emergencia, las mujeres tienen que dedicar muchas horas a satisfacer necesidades que extienden sus roles reproductivos de la familia a la comunidad. Las mujeres tienen que cuidar a los niños y niñas, personas mayores, enfermas, además de ocuparse de obtener alimentos, cocinar, lavar la ropa, acarrear agua y leña y limpiar el refugio. También suelen asumir la mayoría de las actividades sociales básicas implementadas por el gobierno si el curso normal de dichas actividades no se viera interrumpido por el desastre. En contraste, los nuevos trabajos remunerados generados tras el desastre (limpieza de escombros, trabajos de recuperación, rehabilitación de viviendas, etc.) son realizados, en su mayoría, por varones (mientras que las tareas no remuneradas antes mencionadas son mayoritariamente realizadas por mujeres). De acuerdo con la autora

> *estas consideraciones no se tienen en cuenta en la evaluación de daños y tampoco se incluyen en las propuestas financieras ni en los planes de recuperación. Esta ausencia tiene un impacto negativo en la capacidad de recuperación de las mujeres y favorece el aumento de la desigualdad de género (Arenas Ferriz, 2001).*

A pesar de la importancia de abordar los estudios ambientales con perspectiva de género, existen pocos antecedentes de estudios que cuantifiquen con precisión la exposición diferencial de varones y mujeres a eventos ambientales específicos, así como los efectos directos o potenciales diferenciados por género en países de la región, y a la fecha no se conocen estudios para Argentina.

El presente estudio busca aportar evidencia robusta de los efectos diferenciados para varones y mujeres de Argentina a partir de cuantificar las brechas de género en la Gravedad Potencial sobre la Población de una catástrofe ambiental recientemente ocurrida en este país: la inundación de la ciudad de Bahía Blanca el 7 de marzo de 2025 (Figura 1).



Figura 1. Fotografía aérea de calles inundadas por fuertes lluvias en Bahía Blanca (Argentina)

Fuente: EFE/ Pablo Presti, disponible en: https://efe.com/mundo/2025-03-09/bahia-blanca-muertos-inundacion/

Marco Contextual

Cambio Climático y Amenazas Ambientales en Argentina

La Ley N° 27.520 de presupuestos mínimos de adaptación y mitigación al cambio climático global, del 2019, define el cambio climático como

> *la variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad climática natural observada durante períodos de tiempo comparables.*

De acuerdo con el Sistema Nacional para la Gestión Integral del Riesgo de Argentina (SINAGIR),

> *en los próximos años los eventos climáticos extremos, como sequías, inundaciones, ciclones, temperaturas extremas o el aumento del nivel del mar, probablemente incrementen la ocurrencia y la magnitud de desastres (Ministerio de Seguridad Nacional, Agencia Federal de Emergencias).*

Por su parte en la Tercera Comunicación Nacional del Gobierno de la República Argentina a las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (del año 2015), el documento oficial más reciente en el que se presentan los grandes cambios y amenazas ambientales que se han observado desde la segunda mitad del siglo pasado en Argentina, resalta tres grandes aspectos:

A) Aumento de la temperatura:

en la mayor parte de la Argentina no patagónica hubo un aumento de temperatura de hasta medio grado entre 1960 y 2010 con menores aumentos en el centro del país. La temperatura mínima tuvo mayores aumentos que la temperatura máxima, la que incluso tuvo disminuciones generalizadas en el centro del país. En la Patagonia el aumento de temperatura fue mayor que en el resto del país, llegando en algunas zonas a superar 1°C. Los cambios en el este y norte del país en los índices relacionados con las temperaturas extremas, como menos heladas y más frecuentes olas de calor fueron consistentes con el calentamiento observado (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2015).

B) Aumento de la precipitación media y riesgo de inundaciones:

Entre 1960-2010, la precipitación media aumentó en casi todo el país, aunque con variaciones interanuales e interdecanales. Los mayores cambios se registraron en el este del país con incrementos de más de 200 mm en algunas zonas, pero los aumentos porcentuales fueron más importantes en algunas zonas semiáridas. Esto último facilitó junto con otros factores no climáticos la expansión de la frontera agrícola hacia el norte y el oeste. Por el contrario, sobre los Andes patagónicos las precipitaciones tuvieron un cambio negativo en el periodo 1960–2010 y los ríos en el norte de Mendoza y en San Juan parecen indicar reducciones de las precipitaciones durante el siglo XX en sus altas cuencas sobre la Cordillera. Si esta tendencia continúa se restringiría la disponibilidad de agua de riego necesaria para mantener los niveles actuales de la actividad vitivinícola y frutihortícola en sus oasis de riego. Hubo además un cambio hacia precipitaciones intensas más frecuentes en gran parte del país, lo que se tradujo en más frecuentes inundaciones ocasionadas por una inapropiada ocupación y uso del espacio que generó zonas con alta exposición y por la inadecuación de las obras hídricas que fueron planificadas para condiciones climáticas que ya no están vigentes (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2015).

C) Sequías y riesgo de incendios:

en el oeste y más notoriamente en el norte, los periodos secos del invierno se han hecho más largos. Esto ha generado problemas en la disponibilidad de agua para algunas poblaciones, crea condiciones más favorables para incendios de pastizales y mayor estrés sobre el ganado (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2015).

Por su parte, de acuerdo con mismo estudio:

las proyecciones de los modelos climáticos indican que en general que los extremos de las altas temperaturas y de precipitación extremas seguirán aumentando en la mayor parte del país, aunque la cuantificación precisa de este cambio presenta considerables niveles de incerteza (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2015).

Objetivos

Ante escenarios probables de aumento en la frecuencia de eventos climáticos extremos, resulta oportuno abordar los siguientes interrogantes: ¿en qué medida las catástrofes ambientales que ha enfrentado y que enfrentará la Argentina representan una gravedad diferencial para las mujeres y las niñas de este país? Es decir, ¿existen brechas

de género en la gravedad de los impactos de eventos ambientales para la población de Argentina?

Hipótesis: las consecuencias que una catástrofe ambiental tiene a nivel de individuos y poblaciones están directamente relacionas con la gravedad del evento e inversamente relacionadas con la capacidad de resiliencia de los individuos y las poblaciones afectadas. La capacidad de resiliencia, es decir, de adaptación y superación de las adversidades, depende de las condiciones de vida materiales, así como los roles de género que también las determinan (carga de cuidados, participación en el mercado laboral, menor acceso a decisiones, etc.) y de características demográficas como la edad (los niños y los adultos mayores serían grupos especialmente vulnerables). En la medida que las mujeres y las niñas presenten características más desventajosas (ya sea debido a peores condiciones de vida materiales y a roles de género, así como a características demográficas) y/o estén más expuestas a los eventos (mayor proporción de mujeres que viven en áreas de mayor afectación ambiental), más graves serán las consecuencias potenciales sobre ellas, aun cuando la amenaza o catástrofe ambiental sea común a varones y mujeres.

Objetivo general: Cuantificar la Brecha de Género en la Gravedad Potencial de la Población Expuesta (GP_PE) en Argentina de una catástrofe ambiental específica como fue la inundación ocurrida en Bahía Blanca el 7 de marzo de 2025.

Objetivos específicos:

1. Describir el evento ocurrido, caracterizar la zona afectada mediante mapas y cuantificar la cantidad de mujeres y varones en el área afectada por la amenaza ambiental.

2. Desarrollar de un índice de vulnerabilidad de personas con enfoque de género, cuantificable para las áreas expuestas a la catástrofe.

3. Realizar el cálculo de gravedad potencial de la población expuesta (GP_PP) con enfoque de género.

4. Cuantificar los efectos potenciales diferenciados y las brechas entre mujeres y varones.

MÉTODOS Y FUENTES UTILIZADOS

Gravedad Potencial Diferencial con Perspectiva de Género

La Gravedad Potencial es una definición *ad hoc*, desarrollada para el presente estudio, que refiere a la severidad probable del impacto de un evento climático. Se diferencia del concepto de Riesgo porque no es producto de una amenaza con una probabilidad entre 0 y 1 de ocurrencia (como es en el caso del Riesgo), sino de una catástrofe con probabilidad de ocurrencia igual a uno, es decir, cierta, de un evento efectivamente ocurrido.

Se trata de un concepto de potencialidad, en la medida que no mide las consecuencias directas sobre la población afectada (para lo cual se deberían contar con estudios *ad hoc*), sino las consecuencias probables sobre la base de un índice de vulnerabilidad de la población expuesta, factible de ser medido dada la disponibilidad de información censal para el territorio afectado.

Se busca aproximar la Gravedad Potencial Diferencial entre Mujeres y Varones expuestos a partir de tres elementos:

a) una metodología adaptada sobre la base de la utilizada por del Sistema de Mapas de Riesgo del Cambio Climático - SIMARCC – en Metodología SIMARCC 2020 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina y PNUD, 2020).

b) la elaboración propia de Índices de Vulnerabilidad y Exposición para Mujeres y Varones residentes en el Partido de Bahía Blanca, con datos del Censo Nacional de Población y Viviendas para Argentina del año 2022.

c) la elaboración de un Índice de Afectación para Bahía Blanca por radio censal, sobre la base de información de mapas de acumulación de agua elaborados por Defensa Civil en territorio e imágenes provistas por el área de Información Espacial para la Gestión de Emergencias de la Comisión Nacional de Análisis Espacial de la Argentina (CONAE) durante los días del evento.

Índice de Afectación

El grado de afectación se mide cuantificando los milímetros de agua promedio que se mantenían acumulados el 9 de marzo en los barrios afectados por la inundación, es decir, 2 días después del evento, por lo que se puede considerar una medida conservadora de los niveles de acumulación de agua máximos alcanzados.

Sobre la base de esta información, el área de Planificación, Metodología y Coordinación del Sistema Estadístico de la Provincia de Buenos Aires, de la Dirección Provincial de Estadística, conformó mapas georreferenciados de afectación por radios censales.

Índice de Vulnerabilidad y Exposición

Alternativa 1

La alternativa 1 del índice se calcula como el promedio de 5 condiciones que confluirán en un indicador sintético de tipo aditivo.

Para cada condición se calcula el grado de vulnerabilidad y el grado de exposición de mujeres y varones.

Para identificar el grado de vulnerabilidad de mujeres y varones al interior de cada radio censal, se calcula la proporción de mujeres que cumple con cada condición (respecto al total de mujeres del radio) y la proporción de varones que cumple con cada condición (respecto al total de varones del radio).

El grado de exposición diferencial de género está determinado por la cantidad relativa de mujeres y varones con las condiciones dentro de cada radio (el denominador en este caso es el total de mujeres/ varones con las condiciones dentro de cada radio).

Las ecuaciones para cada condición y para el índice sintético se expresan como:

Condición 1
Ser menor a 15 años de edad

$$P_{15} = \left(\frac{Menor15_{G1}^{RC}}{Total_{G1}^{RC}}\right) * \left(\frac{Menor15_{G1}^{RC}}{Menor15_{G2}^{RC}}\right)$$

Donde:

P_{15}: componente por edad menor de 15 años

RC: radio censal

G1: mujeres, cuando es el índice para mujeres y varones cuando es el índice para varones

G2: varones, cuando es el índice para mujeres y mujeres cuando es el índice para varones

Menor 15: cantidad de menores de 15 años

Total: cantidad de personas de todas las edades

Condición 2
Ser de 65 años de edad o más

$$P_{65} = \left(\frac{Mayor65_{G1}^{RC}}{Total_{G1}^{RC}}\right) * \left(\frac{Mayor65_{G1}^{RC}}{Mayor65_{G2}^{RC}}\right)$$

Donde:

P_{65}: componente por edad de 65 años o mayor

Mayor65: cantidad de personas de 65 o más

Condición 3
Desocupación entre la población en edades activas (15 a 64 años)

$$PD_{14-64} = \left(\frac{Desocupada\ 14-64^{RC}_{G1}}{Total\ 14-64^{RC}_{G1}}\right) * \left(\frac{Desocupada\ 14-64^{RC}_{G1}}{Desocupada\ 14-64^{RC}_{G2}}\right)$$

Donde:

$PD_{14\text{-}64}$: componente de la población desocupada de 15 a 64 años

Desocupada14-64: cantidad de personas en condición de desocupación entre la población en edades activas.

Total14-64: cantidad de personas en edades activas

Condición 4
Habitar una vivienda precaria[1]

$$PVP = \left(\frac{Viviendas\ precarias^{RC}_{G1}}{Total^{RC}_{G1}}\right) * \left(\frac{Viviendas\ precarias^{RC}_{G1}}{Viviendas\ precarias^{RC}_{G2}}\right)$$

Donde:

PVP: componente por habitar viviendas precarias

Viviendas precarias: total de personas en viviendas que cumplen con las condiciones de precariedad constructiva

Condición 5
Carga de cuidados[2]

$$PHM = \left(\frac{Hogar\ Menores^{RC}_{G1}}{Total^{RC}_{G1}}\right) * \left(\frac{Hogar\ Menores^{RC}_{G1}}{Hogar\ Menores^{RC}_{G2}}\right)$$

1 Se consideran precarias las viviendas con categorías de INMAT: 3) la vivienda presenta materiales poco resistentes y sólidos en techo y en pisos o 4) la vivienda presenta materiales de baja calidad en pisos y techos.

2 Para aproximar la carga de cuidados primero se calcula la cantidad de varones y mujeres de 15 años o más que viven en hogares con niños y niñas. La vulnerabilidad se calcula como la cantidad de mujeres de 15 y más que viven en hogares con niños y niñas respecto al total de hogares de las mujeres de 15 y más. Esa proporción se multiplica por la brecha de género de los cuidados. La brecha de género de cuidados surge de la diferencia de la carga de cuidados de mujeres y varones. La carga de cuidados de las mujeres es: el producto de la proporción de mujeres de 15 y más que realizan tareas de cuidados por la cantidad de horas promedio de los cuidados de esas mujeres (de manera equivalente es la carga de cuidados de los varones).

Donde:

PHM: componente de vulnerabilidad debido a la carga de cuidados de menores

Hogares con menores: total de personas en hogares particulares con menores

Total: cantidad de personas en hogares particulares

Luego, se calcula el promedio ponderado para mujeres y varones multiplicando el grado de vulnerabilidad y de exposición de las cinco condiciones con un peso relativo igual para todas las dimensiones.

El índice de vulnerabilidad de la población expuesta de la alternativa 1 se expresa como

$$IV\&E_A1_{G1}^{RC} = (P_{15} * W_1) + (P_{65} * W_2) + (PD_{14-64} * W_3) + (PVP * W_4) + (PHM * W_5 * BGC)$$

Donde:

IV&E_A1: es el índice de vulnerabilidad de la población expuesta de acuerdo a las condiciones de la alternativa 1

RC: radio censal

G1: mujeres, cuando es el índice para mujeres y varones cuando es el índice para varones

G2: varones, cuando es el índice para mujeres y mujeres cuando es el índice para varones

Wi : es el ponderador (peso) de cada componente en el índice total. Se otorga el mismo peso a cada dimensión, por tanto, para la alternativa 1 W toma valor 0,2.

P15: componente de vulnerabilidad por edad menor de 15 años

P65: componente de vulnerabilidad por edad mayores de 65 años

$PD_{14\text{-}64}$: componente de vulnerabilidad de la población desocupada de 15 a 64 años

PVP: componente de vulnerabilidad viviendas precarias

PHM: componente de vulnerabilidad debido a la carga de cuidados de menores

BGC: Brecha de género en la carga de cuidados[3].

3 Es una ratio que se calcula como la carga de mujeres dividido la de varones. Se aproxima con la información de la Encuesta Nacional de Uso del Tiempo (INDEC, 2021) y dado que los dominios de

Alternativa 2

La alternativa 2 del índice de vulnerabilidad y exposición consiste en reemplazar las condiciones materiales (desempleo y calidad de la vivienda) por el IMPH, de manera tal de evaluar en qué medida los resultados se ven afectados por la forma en que se capturan las dimensiones de vulnerabilidad asociadas a la habitabilidad y a la autonomía económica (en el Anexo se presenta la correlación entre ambas alternativas).

El IPMH (Índice de Privación Material de los Hogares), es un indicador elaborado por el propio Instituto de Estadística de Argentina (INDEC) e incorporado a la base Redatam del Censo 2022, que busca medir privación material considerando dos dimensiones: los recursos corrientes y los patrimoniales. Los recursos corrientes hacen referencia al ingreso monetario de los hogares como satisfactor de necesidades de consumo, mientras que los recursos patrimoniales aluden a la acumulación de capital físico, que contribuye a garantizar determinadas condiciones de habitabilidad en las viviendas. Dado que el Censo no cuenta con información sobre ingresos, los recursos corrientes se aproximan a partir de la educación sobre la base de una metodología elaborada por el propio INDEC.

La privación patrimonial busca captar las situaciones de carencias estructurales para lo cual se combinan dos indicadores: por un lado, la tenencia de inodoro con descarga de agua y, por el otro, la calidad de los materiales de pisos y techos de la vivienda. Los hogares que cuenten con al menos una carencia son clasificados como con insuficiencia patrimonial.

El IPMH distingue cuatro categorías: solo con privación patrimonial, solo con privación de recursos corrientes, con privación convergente –es decir, con privación patrimonial y de recursos corrientes– y sin privación.

Para el cálculo del Índice de Vulnerabilidad y Exposición, la Alternativa 2, se crea una variable dicotómica, donde 0 es sin ningún tipo de privación y 1 es con alguna privación (indicador de incidencia de la privación).

En la Alternativa 2, entonces, se reemplazan las condiciones 3 y 4 de la A1 por la condición 6 a continuación:

estimación de dicha encuesta son las regiones. Se toma la región pampeana que es la que corresponde a Bahía Blanca y se asume para Bahía Blanca el comportamiento de la región. La carga de cuidados de las mujeres/varones por separado resulta del producto entre la proporción de mujeres/varones de 15 años y más que realizan tareas de cuidados por la cantidad de horas promedio de los cuidados de esas mujeres/varones. La Brecha de Genero (ratio) es de 2,27 (superior en las mujeres). Por tanto, para el cálculo del índice de vulnerabilidad y exposición se multiplica el componente cinco en el caso de las mujeres por ese valor y por 1 en el caso de los varones.

Condición 6
indicador de incidencia del IPMH
(hogares con privación material, privación corriente o privación convergente)

$$P_{IPMH} = \left(\frac{PIPMH_{G1}^{RC}}{Total\ _{G1}^{RC}}\right) * \left(\frac{PIPMH_{G1}^{RC}}{PIPMH_{G2}^{RC}}\right)$$

Donde:

P_{IPMH}: componente de vulnerabilidad debido la condición de IPMH

PIPMH: total de personas en hogares con al menos una condición de privación

Total: total de personas en hogares particulares

El índice de vulnerabilidad de la población expuesta
de la alternativa 2 se expresa como

$$IV\&E_A2_{G1}^{RC} = (P_{15} *\ W_1) + (P_{65} * W_2) + (PHM * W_3 * BGC) + (P_{IPMH} * W_4\ )$$

Donde:

IV&E_A2: es el índice de vulnerabilidad de la población expuesta de acuerdo a las condiciones de la alternativa 2

RC: radio censal

G1: mujeres, cuando es el índice para mujeres y varones cuando es el índice para varones

G2: varones, cuando es el índice para mujeres y mujeres cuando es el índice para varones

Wi : es el ponderador (peso) de cada componente en el índice total. Se otorga el mismo peso a cada dimensión, por tanto, para la alternativa 2 W toma valor 0,25.

P_{15}: componente de vulnerabilidad por edad menor de 15 años

P_{65}: componente de vulnerabilidad por edad mayores de 65 años

PHM: componente de vulnerabilidad debido a la carga de cuidados de menores

BGC: Brecha de género en la carga de cuidados.

BGC: Brecha de género de cuidados es la diferencia entre la carga de mujeres y la de varones. La carga de cuidados de las mujeres es el producto de la proporción de mujeres de 15 y más que realizan tareas de cuidados por la cantidad de horas promedio de los cuidados de esas mujeres (de manera equivalente es la carga de cuidados de los varones).

P_{IPMH}: componente de vulnerabilidad debido la condición de IPMH

Índice de Gravedad Potencial

Una vez elaboradas y vinculadas las bases de afectación y vulnerabilidad de la población expuesta a nivel de radios censales, se estandarizan los valores de cada una. Luego, se calcula el producto entre el valor estandarizado del índice de afectación y el valor estandarizado del índice de vulnerabilidad y exposición por sexo, el resultado obtenido (entre 0 y 1) es el Índice de Gravedad Potencial de la Población Expuesta (GP_PE).

El índice de gravedad potencial de la población expuesta se expresa como

$$GP_{PE}{}_{Gi}^{RC} = \left(IV\&E_Ai_{Gi}^{RC}\right)_{sd} x \left(A_{Gi}^{RC}\right)_{sd}$$

Donde:

GP_{PE}: Gravedad potencial de la población expuesta

RC: radio censal

Gi: género (mujer/varón)

(IV&E_AiRC/Gi)sd: índice de vulnerabilidad y exposición estandarizado

$(ARC/GI)_{sd}$: índice de afectación estandarizado

De esta forma, para cada unidad de análisis se obtiene un valor del GPPE para varones y mujeres por separado y se calcula la brecha de género o Gravedad Potencial Diferencial como la resta del valor para mujeres y el valor para varones.

Se conforma una base a nivel de radios censales con la cantidad de varones, mujeres, nivel de afectación (milímetros, rangos e índices), índices de vulnerabilidad la población expuesta para mujeres varones (IV&E), brechas de género en el índice de vulnerabilidad y exposición (como la diferencia del índice entre mujeres y varones), índices de gravedad potencial (GPPE) para mujeres, varones y brechas de género de la gravedad potencial.

La base anterior constituye la capa de texto delimitado que se cruza con la capa vectorial para Bahía Blanca que provee la Dirección Provincial de Estadística de la Provincia de Buenos Aires, y se conforman los mapas que se presentan a continuación.

RESULTADOS

Afectación de la Inundación de Bahía Blanca

La inundación ocurrida en Bahía Blanca fue producto de precipitaciones que superaron récords históricos: la estación del Servicio Meteorológico Nacional de esa ciudad registró 210 mm de precipitaciones entre las 9 horas del 6 de marzo de 2025 y las 9 horas del 7 de marzo de 2025[4].

Las imágenes satelitales provistas por la Comisión Nacional de Análisis Espaciales de Argentina -CONAE- permiten identificar las zonas más afectadas por la inundación (Figuras 2a y 2b).

Al analizar la densidad poblacional del Partido (Figura 3) es posible observar que entre las zonas más afectadas se encuentran los radios con mayor densidad poblacional (áreas urbanas) y algunos radios rurales.

Por su parte, el trabajo de campo realizado por Defensa Civil durante los días próximos a la catástrofe, permiten dar cuenta no solo de las áreas afectadas sino de los niveles de afectación en diferentes subzonas afectadas (barrios) con foco en las áreas más densamente pobladas.

Dada que este estudio busca analizar el impacto sobre la población (desde una perspectiva de género) y que la información más detallada (los niveles de agua provistos por Defensa Civil) se refiere a los radios más densamente poblados, el análisis estará referido a las áreas afectadas más densamente pobladas del Partido de Bahía Blanca exclusivamente (se excluyen las rurales).

El mapa siguiente (Figura 4) permite identificar la distribución relativa de los rangos de acumulación de agua en los radios urbanos afectados. Los niveles deben ser tomados como valores conservadores, ya que las mediciones son 2 días después de ocurrido el evento, y no necesariamente reflejan los niveles máximos alcanzados en el momento más crítico de la inundación.

Al contabilizar el número de personas residentes (sobre la base del Censo 2022) de acuerdo a los niveles de afectación distinguiendo entre varones y mujeres se observa la mayor magnitud de mujeres expuestas (109 mujeres por cada 100 varones).

4 Cabe aclarar que, si bien hay registros de inundaciones por precipitaciones inusualmente elevadas anteriores en dicha localidad, las mismas han sido muy espaciadas en el tiempo (con periodos de recurrencia superiores a los 100 años) y con récords de precipitaciones registrados menores que a las del evento de 2025 (el récord anterior era de 150 mm registrado el 23 de febrero de 1975). https://es.wikipedia.org/wiki/Inundaci%C3%B3n_en_Bah%C3%ADa_Blanca_de_2025

Además, se observa un mayor índice de feminidad en las áreas de mayor grado de afectación (ver Tabla 1)[5].

Tabla 1. Cantidad de Mujeres y Varones Residentes en el Área Urbana Inundada de Bahía Blanca, por grado de afectación. Censo 2022.

Grado de Afectación	MUJERES	VARONES	Índice de Feminidad	% Mujeres	%Varones
Moderado (10 a 30 Mil)	77226	71692	108	52%	48%
Medio (hasta 80 Mil)	32074	30479	105	51%	49%
Medio Alto (hasta 150)	50474	44477	113	53%	47%
Alto (desde 150a 200)	13310	12251	109	52%	48%
Total	173084	158899	109	52%	48%

Fuente: elaboración propia sobre la base de microdatos RedatamX del Censo 2022 (INDEC).

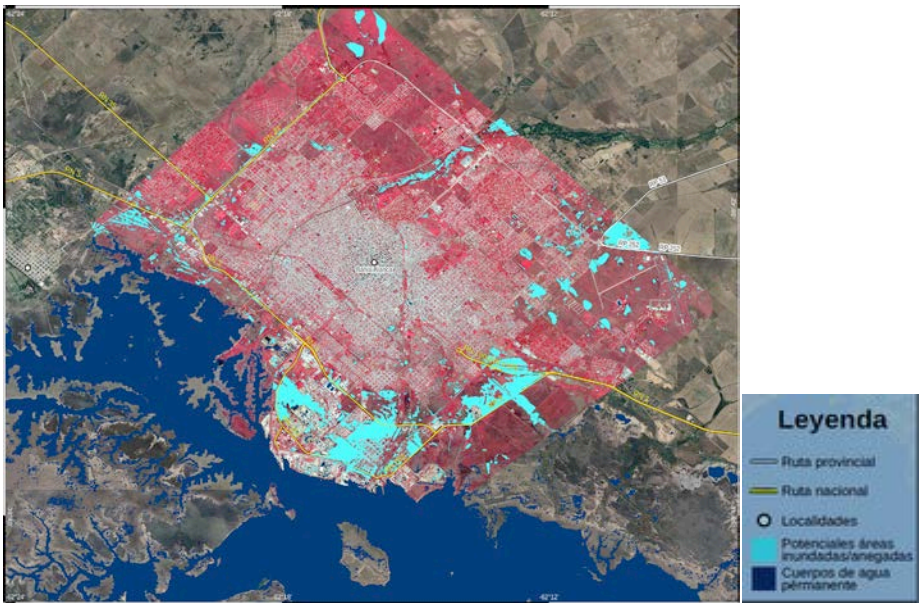


Figura 2.a. Perspectiva. Imagen Satelital del Partido de Bahía Blanca el 8 de marzo de 2025

Fuente: mapa provisto por CONAE, SINAGIR, Unidad de Emergencias y Alertas Tempranas.

5 Si bien los datos son para 2022, es razonable suponer que la distribución por sexo no ha cambiado de forma significativa, pero si que las magnitudes absolutas de la población expuesta seas aún mayores

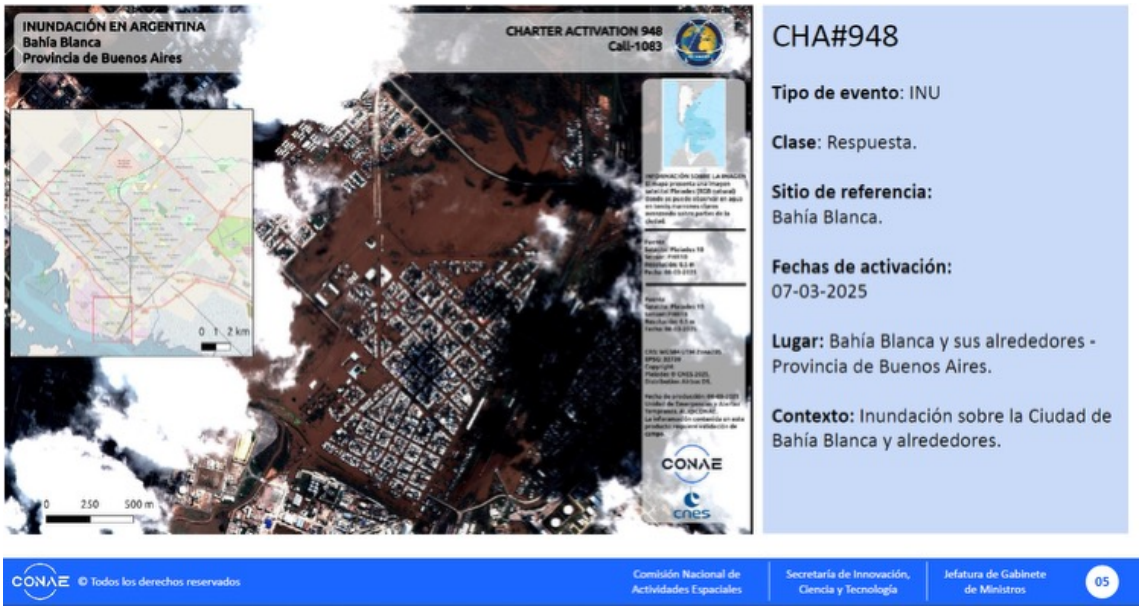


Figura 2.b. Zoom Imagen Satelital del Partido de Bahía Blanca el 8 marzo de 2025
Fuente: mapa provisto por CONAE, SINAGIR, Unidad de Emergencias y Alertas Tempranas.



Figura 3. mapa de Densidad Poblacional. Partido de Bahía Blanca, 2022
Fuente: elaboración propia sobre la base de microdatos Redatam del Censo 2022 (INDEC).

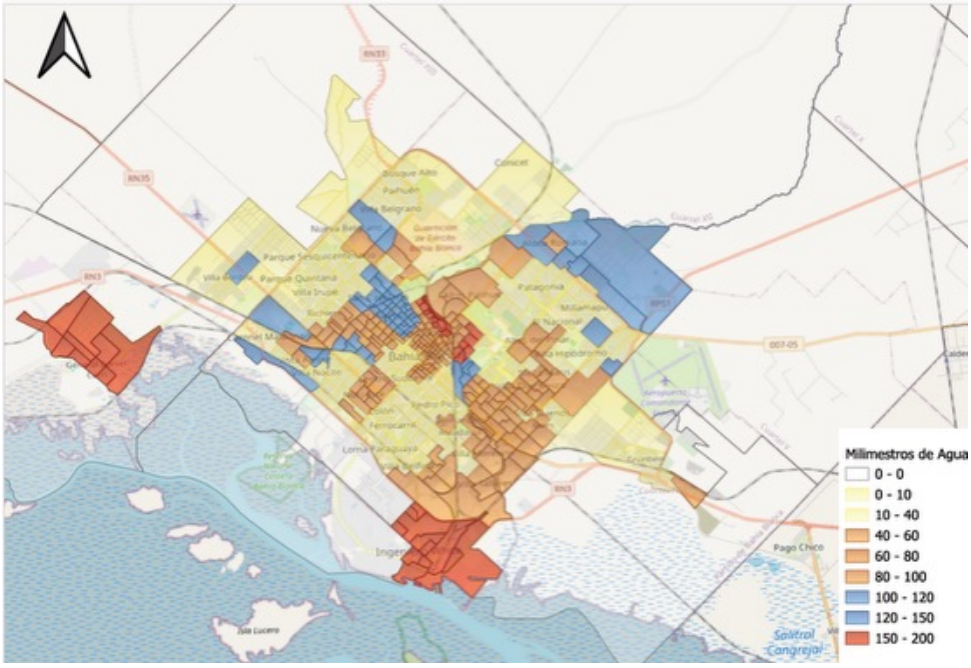


Figura 4. Mapa de Niveles de Agua Acumulada. Área Urbana de Bahía Blanca, 9 de marzo 2025

Fuente: elaboración propia sobre la base de mediciones en territorio de Defensa Civil de la Nación.

Vulnerabilidad y Exposición de Mujeres y Varones del área Inundada

Los datos del último Censo de población muestran que la magnitud de mujeres expuestas a la inundación de Bahía Blanca fue mayor a la de varones (ver Tabla 1).

El Índice de Vulnerabilidad busca profundizar más a partir de combinar el grado de exposición con la situación de las personas en cuatro dimensiones claves:

a) la dimensión demográfica (menores y mayores de edad),

b) la dimensión de habitabilidad (vivienda precaria),

c) de autonomía económica (desempleo),

d) de carga de cuidados (convivencia con menores de edad y diferencial de carga de cuidados por sexo).

Un primer resultado de estas dimensiones de forma agregada para toda la población de Bahía Blanca (sin distinguir el área y grado de la afectación) muestra:

- Igual proporción de menores de 15 años mujeres y varones
- Mayor proporción de Mujeres de 65 años y más (58% mujeres y 42% varones)

• De total de personas en edades activas en condición de desocupación el 60% son mujeres y el 40% varones. Los valores en términos de tasas indican: 7% entre las mujeres y 5% entre los varones.

• En cuanto a la distribución de mujeres y varones que habitan viviendas precarias, se observan magnitudes similares tanto en términos de proporciones (50%) como de tasas (7% en ambos grupos).

• En cuanto a la carga de cuidados, la proporción de mujeres y de varones que residen con algún menor es: del 52& y el 48% y las tasas 65% (mujeres) y 66% (varones). Sin embargo, la brecha de género en la carga de los cuidados tomando el promedio para el área que incluye Bahía Blanca[6] (de acuerdo a datos de la ENUT para 2021) muestra que la carga es más del doble para las mujeres (lo cual se calcula de acuerdo a lo que se explica en nota al pie en la metodología).

Combinando las 5 dimensiones para la población expuesta en un solo indicador (de acuerdo a lo explicado en la metodología) y desagregando por sexo, el Índice de V&E_A1 para la población de Bahía Blanca en su conjunto arroja los siguientes resultados:

• Índice de V&E_A1 de Mujeres: 20%

• Índice de V&E_A1 de Varones: 11%

• Brecha de genero del Índice de V&E_A1: 9%

Cuando se desagrega el índice por área de afectación se observa la siguiente distribución espacial de la Brecha de Género en el Índice de Vulnerabilidad para Mujeres, Varones (Figura 5).

Es posible observar una brecha de género positiva en casi todo el territorio de Bahía Blanca, con diferencias que llegan hasta 18 p.p. (mas alto el índice de vulnerabilidad de las mujeres respecto a los varones), donde el índice de vulnerabilidad de cada uno es el promedio ponderado de las 5 condiciones antes descritas.

Por su parte, la alternativa 2 del Índice de Vulnerabilidad y Exposición (usando el IPMH) muestra de forma agregada los siguientes resultados:

• 53% de mujeres y 47% de varones en hogares con alguna privación (corriente o patrimonial) y en términos de tasas representan el 30% de las mujeres y el 29% de los varones de Bahía Blanca.

• Combinando el IPMH con los indicadores demográficos y de cuidados, el Indicador de Vulnerabilidad y Exposición (Alternativa 2) arroja los siguientes resultados de forma agregada:

Índice de V&E_A2 de Mujeres: 22%

Índice de V&E_A2 de Varones: 12%

6 La región Pampeana.

Brecha de genero del Índice de V&E_A2: 11%

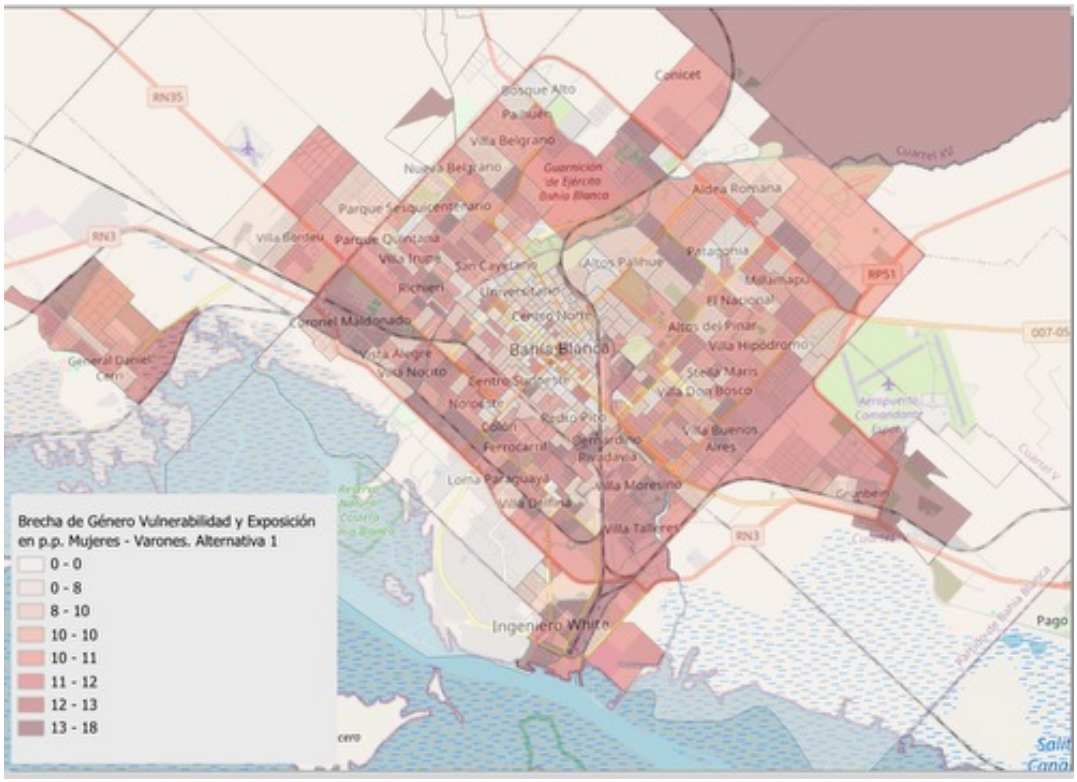


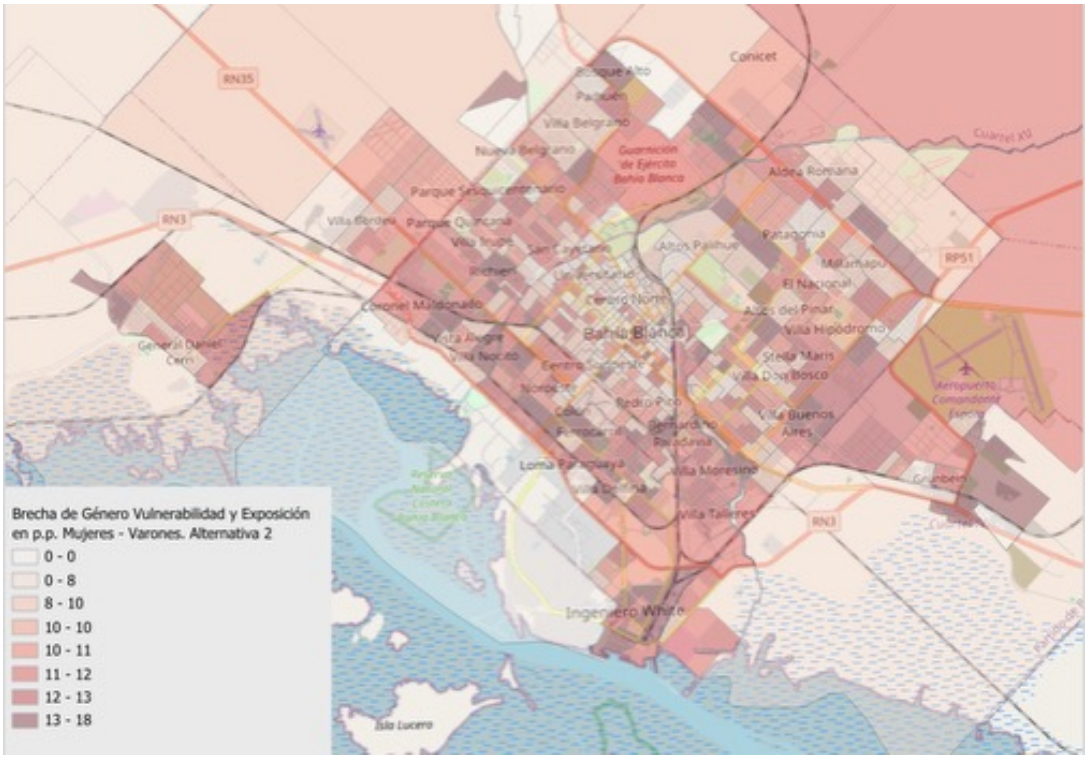
Figura 5. Mapa de Brecha de Género en el Índice de Vulnerabilidad y Exposición (índice Mujeres – índice Varones), Alternativa 1. Bahía Blanca, Censo 2022

Fuente: elaboración propia sobre la base de microdatos Redatam del Censo 2022 (INDEC).

Cuando se desagrega el índice por área de afectación se observa la siguiente distribución espacial de la Brecha de Género en el Índice de Vulnerabilidad para Mujeres, Varones, alternativa 2, (Figura 6).

De forma similar a la Alternativa 1, es posible observar una brecha de género positiva en casi todo el territorio de Bahía Blanca. Cabe destacar que el nivel de cobertura por radio para del indicador basados en el IPMH es mayor porque hay menos casos perdidos y en este sentido es más preciso que el indicador de la Alternativa 1.

De forma similar a la Alternativa 1 los rangos de variación de las brechas son similares y llegan hasta 18 p.p. (mas alto el índice de vulnerabilidad de las mujeres respecto a los varones).


Brecha de Género Vulnerabilidad y Exposición
en p.p. Mujeres - Varones. Alternativa 2
0 - 0
0 - 8
8 - 10
10 - 10
10 - 11
11 - 12
12 - 13
13 - 18
Bahía Blanca
Ingeniero White
Cerri
Villa Mitre
Villa Rosas
Villa Nocito
Villa Bordeu
Villa Muñoz
Villa Belgrano
Nueva Belgrano
Parque Independencia
Parque Quinquela
Parque Sesquicentenario
Cnel. Dorrego Norte
Cnel. Dorrego Sur
Cnel. Pringles
Cnel. Suárez
Cnel. Dorrego
Cnel. Rodríguez
Cnel. Pringles
Cnel. Dorrego
Cnel. Suárez

Es posible observar brechas positivas en la mayor proporción del área urbana, aunque con diferentes intensidades según se trate de la alternativa 1 o 2 para el índice de vulnerabilidad.

En la siguiente sección se analiza más en detalle la correlación el grado de la afectación y las brechas de género.

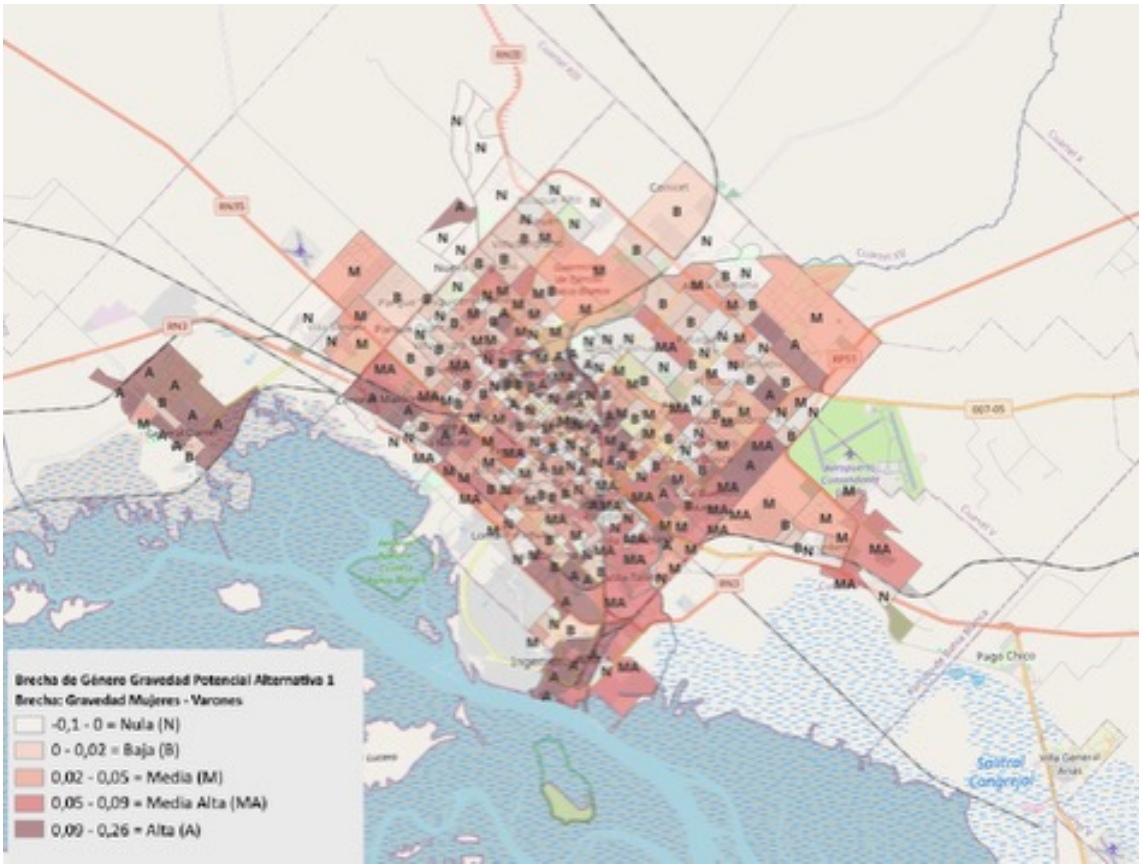


Figura 7. Mapa de Afectación y Mapa de Brecha de Género en la Gravedad Potencial. Alternativa1. Área Urbana de Bahía Blanca

Fuente: elaboración propia sobre la base de mediciones en territorio de Defensa Civil de la Nación y de la base de microdatos Redatam del Censo 2022 (INDEC).

Nota: La Gravedad Potencial combina la afectación y la vulnerabilidad de la población expuesta. La Alternativa 1 es la que considera 5 condiciones de vulnerabilidad: Menor de edad, mayor de edad, desocupación, vivienda precaria, y carga de cuidados.

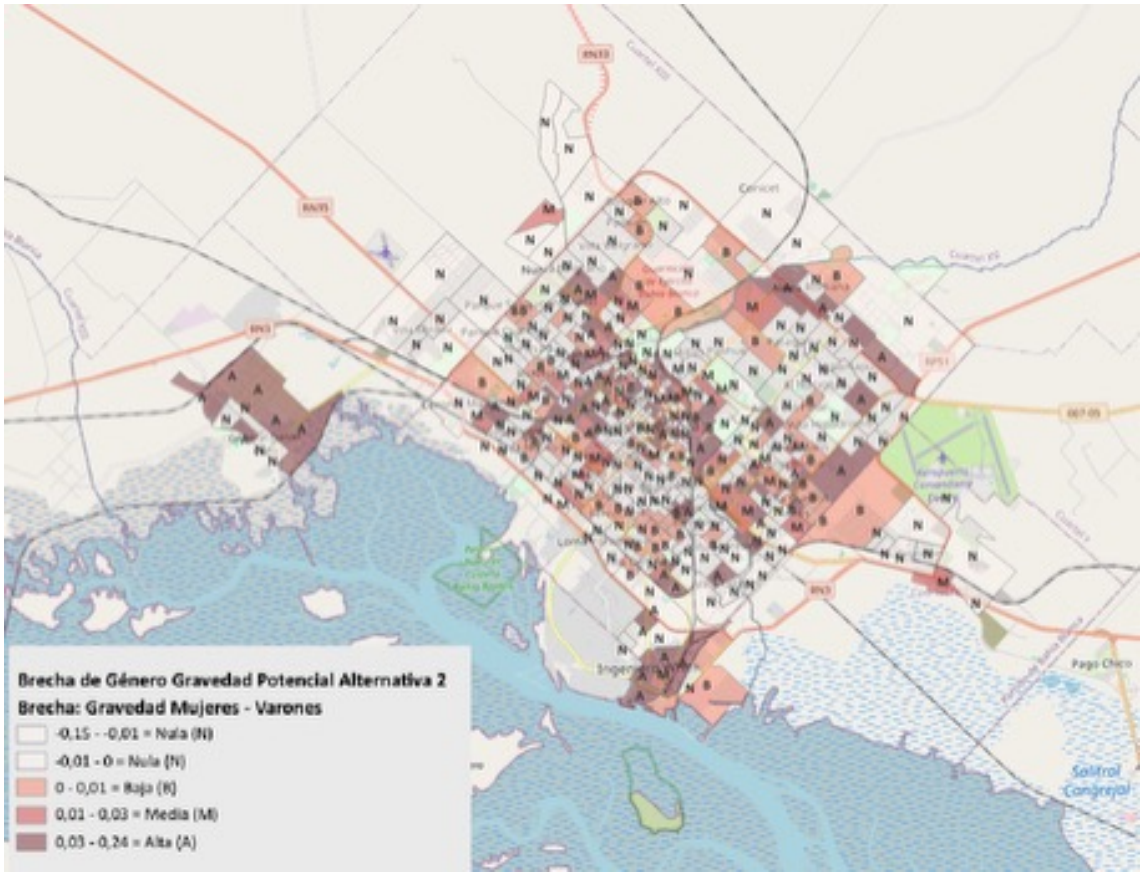


Figura 8. Mapa de Afectación y Mapa de Brecha de Género en la Gravedad Potencial. Alternativa 2. Área Urbana de Bahía Blanca

Fuente: elaboración propia sobre la base de mediciones en territorio de Defensa Civil de la Nación y de la base de microdatos Redatam del Censo 2022 (INDEC).

Nota: La Gravedad Potencial combina la afectación y la vulnerabilidad de la población expuesta. La Alternativa 2 es la que considera 4 condiciones de vulnerabilidad: Menor de edad, mayor de edad, vivir en un hogar con privación corriente o estructural (IPMH) y carga de cuidados.

Nivel de Afectación y Brechas de Género en la Gravedad Potencial de la inundación

La Figura 9 muestra la gravedad potencial para mujeres, varones y las brechas entre ambos grupos (eje y) de acuerdo con el nivel de la afectación (eje x), para la alternativa 1 y la 2. Resulta clara la relación positiva entre la gravedad potencial y el nivel de la afectación en ambos casos, con una brecha de género que crece con el nivel de afectación.

La Figura 10 muestra la correlación entre la brecha de género y el nivel de afectación. En ambos casos, se observa como las brechas de género aumentan con el nivel de afectación, no solo en promedio, sino también en dispersión. Es decir, las áreas más afectadas por la inundación la diferencia entre la gravedad potencial para mujeres y varones es más elevada y dispersa.

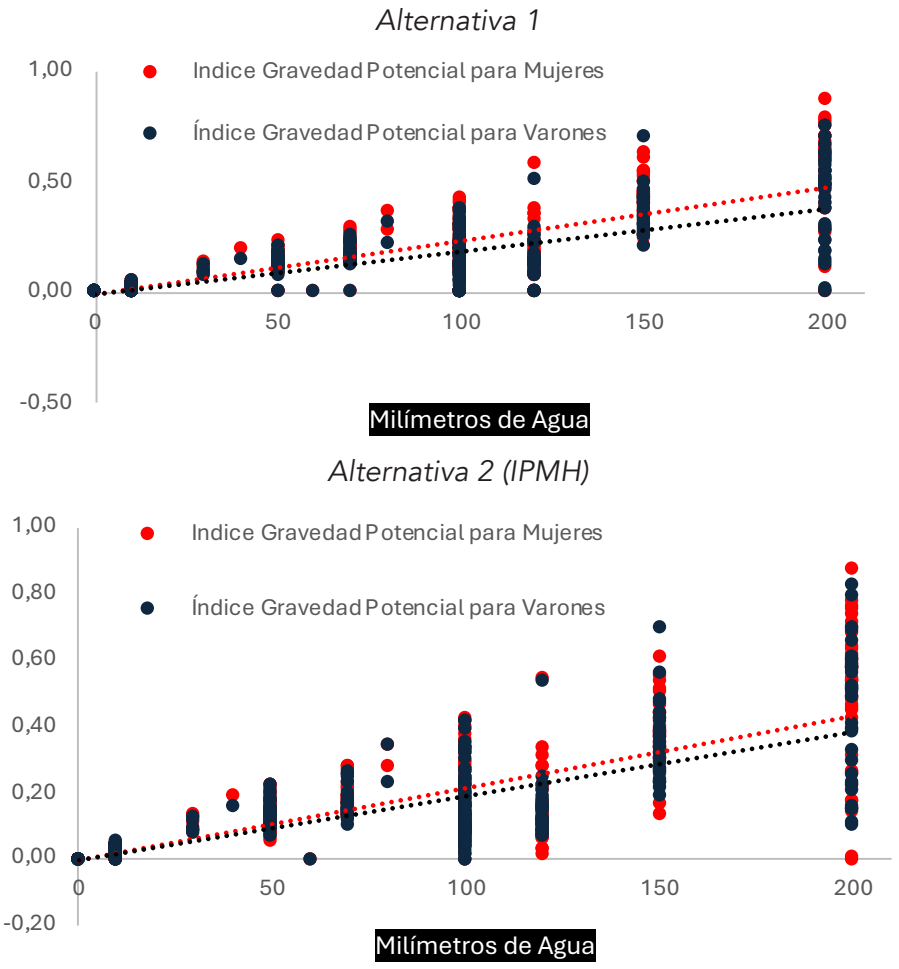


Figura 9. Índice de Gravedad Potencial de la Población Expuesta, para Mujeres, Varones, por nivel de la Afectación (milímetros de agua acumulados). Área Urbana de Bahía Blanca inundada

Fuente: elaboración propia sobre la base de Datos de Defensa Civil (datos de afectación) y de microdatos de la base REDATAM del Censo 2022 (INDEC).

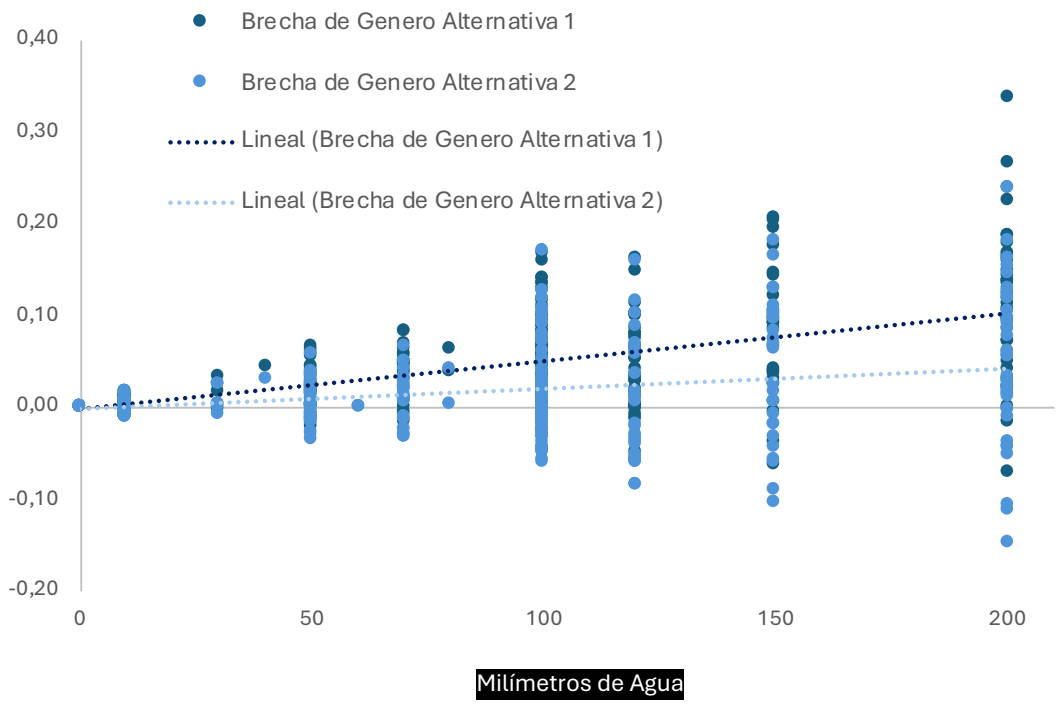


Figura 10. Brechas de Género en la Gravedad Potencial de la Población Expuesta (Alternativa 1 y 2) y nivel de la Afectación (milímetros de agua acumulados registrado). Área Urbana de Bahía Blanca inundada

Fuente: elaboración propia sobre la base de Datos de Defensa Civil (datos de afectación) y de microdatos de la base REDATAM del Censo 2022 (INDEC).

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La Necesidad de una Agenda de Ambiente y Cambio Climático con Perspectiva de Género

El presente análisis arroja evidencia clara de la importancia de analizar los impactos ambientales con perspectiva de género: la inundación ocurrida en el partido de Bahía Blanca afectó a más mujeres que varones en términos absolutos, pero además las afectó potencialmente de forma más severa, dado el mayor grado de vulnerabilidad demográfica, económica y en la carga de cuidados de las mujeres.

Las amenazas climáticas no distinguen grupos ni géneros, pero existen diferencias en el grado de exposición y de vulnerabilidad entre varones y mujeres que determinan efectos potencialmente diferentes que puede ser significativos como dan cuenta los resultados de este trabajo y de trabajos antecedentes para otras poblaciones.

Ante escenarios probables de aumento en la frecuencia de eventos climáticos extremos, es importante comprender los riesgos diferenciados para los distintos grupos poblacionales.

Los estudios que cuantifican estos impactos diferenciados dan cuenta de ello y ponen de manifiesto también la necesidad de profundizar el análisis con estudios cualitativos, estudios de casos y experiencias en territorio de forma tal de diseñar estrategias de prevención y mitigación lo acordes a las realidades diversas.

En Argentina existen importantes esfuerzos para visibilizar los riesgos asociados al medio ambiente y al cambio climático. Un ejemplo de ello es el SIMARCC (El Sistema de Mapas de Riesgo del Cambio Climático)[7], que brinda una herramienta en línea para visibilizar el potencial impacto del cambio climático en diversas áreas. Sin embargo, este importante instrumento no está diseñado para evaluar el impacto diferenciado desde una perspectiva de género, ni permite distinguir el impacto sobre varones y mujeres de forma separada.

La introducción de la perspectiva de género para evaluar el riesgo o el impacto de las amenazas ambientales requiere un diseño que excede la simple desagregación por sexo de los indicadores de vulnerabilidad generales (lo cual tampoco está disponible a la fecha). La transversalización de la perspectiva de género debe abordarse desde la propia definición de lo que se debe medir, de forma tal de contemplar las realidades diferenciadas según los roles y desigualdades originadas en el género. El presente estudio hizo un ejercicio en este sentido, entendiendo que las dimensiones demográficas, de autonomía económica, habitabilidad y carga de cuidados son temáticas que i- evidencias brechas de género y ii- afectan la capacidad de resiliencia de las personas ante catástrofes ambientales.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos: La elaboración de este documento contó con el apoyo del programa regional "Las mujeres cuentan" (Women Count) de ONU Mujeres. A Regina Ruete, consultora de Ambiente de ONU Mujeres Argentina, por las sugerencias y discusiones técnicas iniciales. A la Oficina Regional para América Latina y el Caribe de ONU Mujeres, especialmente a Andrea Llerena y a Adriana Manna, por el apoyo y las sugerencias realizadas. A Federico Ferella, Director de Planificación, Metodología y Coordinación de la Dirección Provincial de Estadística de la Provincia de Buenos Aires, por su apoyo para el análisis georreferenciado.

REFERENCIAS

ANJUM G, A. M. (2025). Climate change and gendered vulnerability: A systematic review of women's health. *Womens Health* (Lond), 1-22.

ARENAS FERRIZ, A. (2001). *The Relevance of Considering a Gender Perspective in Damage Assessment and Recovery Strategies. A Case Study in El Salvador, Central America.* Ankara, Turkey: United Nations, Division for the Advancement of Women (DAW).

7 https://simarcc.ambiente.gob.ar/

CHIDAKWA, P. M. (2020). Women's Vulnerability to Climate Change: Gender-skewed Implications on Agro-based Livelihoods in Rural Zvishavane, Zimbabwe. *Indian Journal of Gender Studies*, 27(2), 259-281.

Instituto Nacional de Estadística y Censo de Argentina (INDEC). (2025). *Base REDATAMX del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022*. Buenos Aires: INDEC.

Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina (INDEC). (2025). *Índice de privación material*. Buenos Aires: INDEC. Recuperado el 3 de Junio de 2025, de https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/censo2022_ipmh.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina y PNUD. (2020). *Metodología SIMARCC 2020* (Fase 3).

Ministerio de Seguridad Nacional, Agencia Federal de Emergencias (AFE). (s.f.). *Sistema Nacional para la Gestión Integral del Riesgo (SINAGIR)*. Recuperado el 3 de Junio de 2005, de https://www.argentina.gob.ar/sinagir

NGCAMU, B. (2023). Climate change effects on vulnerable populations. *Natural Hazards*, 977-991.

ONU Mujeres. (2025). P*erfil de País Argentina 2024. Desigualdades entre Varones y Mujeres* . Buenos Aires: ONU Mujeres.

Organización Meteorológica Mundial. (2025a). *Estado del clima en América Latina y el Caribe, 2024*. Ginebra: OMM.

RENTSCHLER J., S. M. (2022). Flood exposure and poverty in 188 countries. *Nat Commun*, 1-11.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. (2015). T*ercera Comunicación Nacional del Gobierno de la República Argentina a las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Recuperado el 3 de Junio de 2025, de https://www.argentina.gob.ar/ambiente/cambio-climatico/tercera-comunicacion

TANJEELA, M. &. (2018). The Influence of Gender Relations on Women's Involvement and Experience in Climate Change Adaptation Programs in Bangladesh. *SAGE Open*, 1-9.

TOYA H., S. M. (2007). Economic development and the impacts of natural disasters. *Economics Letters*, 20-25.

WINSEMIUS H.C., J. B. (2018). Disaster risk, climate change, and poverty: assessing the global exposure of poor people to floods and droughts. *Environment and Development Economics*, 328–348.

World Meteorological Organization. (2025). *State of the Climate in Africa*. Geneva: WMO.

BLOQUE 5

Infraestructuras de Datos Espaciales, Sistemas de Información Geográfica, servicios e infraestructura

Índice de cobertura de servicios de básicos de infraestructura

Mapa de cobertura de servicios y población cubierta en los 40 municipios de la Región Metropolitana de Buenos Aires

Basic Infrastructure Services Coverage Index Map of Service Coverage and Population Served in the 40 Municipalities of the Buenos Aires Metropolitan Region

Índice de Cobertura de Serviços Básicos de Infraestrutura Mapa de cobertura de serviços e população atendida nos 40 municípios da Região Metropolitana de Buenos Aires

María Silvia Tomás[1], Federico Ferella[2] y Diego Rusanky[3]*

1 Dirección Provincial de Estadística (DPE), Ministerio de Economía, Provincia de Buenos Aires; 2 Direcciones de Estadísticas Sociales y de Planificación, Metodología y Coordinación del SEP, Dirección Provincial de Estadística, Ministerio de Economía, Provincia de Buenos Aires; 3 Ministerio de Economía, Provincia de Buenos Aires.
**silviatomas@estadistica.ec.gba.gov.ar*

Resumen: El acceso a servicios básicos como agua potable, red cloacal y gas natural constituye un derecho fundamental y una condición indispensable para el desarrollo humano, la equidad social y la salud pública. La falta de estos servicios, especialmente de agua segura y saneamiento, incrementa la vulnerabilidad, limita oportunidades y reproduce desigualdades, en particular en sectores de bajos ingresos y en áreas con menor infraestructura. Con el propósito de identificar y dimensionar las áreas con déficit de cobertura de servicios básicos, se elaboró un indicador sintético basado en tres componentes: incidencia, intensidad y densidad poblacional afectada. Esta estructura permitió reconocer no sólo la magnitud del problema, sino también su profundidad y el impacto diferencial sobre la población.

Para su construcción se utilizaron datos del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas de 2010 y 2022 a nivel de Radio Censal. Cada Radio Censal de los 40 partidos de la Región Metropolitana de Buenos Aires recibió un valor a partir del indicador compuesto. Posteriormente, mediante técnicas de análisis espacial en Sistemas de Información Geográfica (SIG), se elaboró un mapa de calor, que permitió visualizar la distribución territorial de las coberturas y localizar las áreas más críticas. El resultado es una herramienta útil para la toma de decisiones, la planificación de políticas públicas focalizadas y la promoción de la equidad territorial en el acceso a servicios esenciales.

Palabras clave: *servicios, infraestructura, ICSBI.*

Abstract: Access to basic services such as drinking water, sewerage, and natural gas is a fundamental right and an essential condition for human development, social equity, and public health. The absence of these services—particularly safe water and sanitation—increases vulnerability, limits opportunities, and perpetuates inequality, especially in low-income areas and regions with limited infrastructure. To identify and quantify areas with service coverage deficits, a composite indicator was developed based on three components: incidence, intensity, and affected population density. This structure made it possible to assess not only the magnitude of the problem but also its depth and differential impact on the population. The indicator was built using data from the 2010 and 2022 National Population, Household, and Housing Censuses at the census tract level. Each tract within the 40 municipalities of the Buenos Aires Metropolitan Region was assigned a value derived from the composite index. Subsequently, spatial analysis techniques in Geographic Information Systems (GIS) were applied to produce a heat map, allowing visualization of the territorial distribution of service coverage and identification of the most critical areas. The result is a valuable tool for decision-making, the design of targeted public policies, and the promotion of territorial equity in access to essential services.

Keywords: *Basic services. Infrastructure. ICSBI.*

Resumo: O acesso a serviços básicos como água potável, rede de esgoto e gás natural constitui um direito fundamental e uma condição indispensável para o desenvolvimento humano, a equidade social e a saúde pública. A ausência desses serviços — especialmente de água segura e saneamento — aumenta a vulnerabilidade, limita oportunidades e reproduz desigualdades, sobretudo em setores de baixa renda e em áreas com menor infraestrutura. Com o objetivo de identificar e dimensionar as áreas com déficit de cobertura de serviços básicos, foi desenvolvido um indicador sintético baseado em três componentes: incidência, intensidade e densida-

de populacional afetada. Essa estrutura permitiu reconhecer não apenas a magnitude do problema, mas também sua profundidade e o impacto diferencial sobre a população. Para sua construção, foram utilizados dados dos Censos Nacionais de População, Domicílios e Habitação de 2010 e 2022, no nível de setor censitário. Cada setor dos 40 municípios da Região Metropolitana de Buenos Aires recebeu um valor derivado do indicador composto. Posteriormente, aplicaram-se técnicas de análise espacial em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para gerar um mapa de calor, possibilitando visualizar a distribuição territorial das coberturas e localizar as áreas mais críticas. O resultado é uma ferramenta útil para a tomada de decisões, o planejamento de políticas públicas focalizadas e a promoção da equidade territorial no acesso a serviços essenciais.

Palavras-chave: *Serviços básicos. Infraestrutura. ICSBI.*

INTRODUCCIÓN

La provisión de servicios básicos como agua potable, saneamiento y gas natural constituye una dimensión estructural del bienestar social y del ejercicio efectivo de derechos. La falta de cobertura de estas infraestructuras esenciales incide de manera directa en la salud, la seguridad y la economía de los hogares, acentuando las desigualdades sociales y territoriales. En el marco de la Agenda 2030, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) reconocen el acceso universal a estos servicios como condición para un desarrollo inclusivo y sostenible. En la provincia de Buenos Aires, sin embargo, persisten amplias brechas en la cobertura de estos servicios entre regiones y grupos poblacionales.

Este trabajo se propone indagar acerca de la distribución territorial de las carencias en el acceso a servicios básicos en la Región Metropolitana de Buenos Aires[1] y cuál es la magnitud de la población afectada por estas deficiencias. Como hipótesis general, se plantea que existe una concentración de múltiples déficits de cobertura de servicios básicos de infraestructura en radios censales que albergan a una proporción significativa de población en situación de vulnerabilidad social. Esta región alberga a 13.267.189 de personas (76,2% de la población provincial) en 4.483.532 hogares (74,1% del total provincial).

El objetivo de este trabajo fue construir un indicador sintético que permita dimensionar la población afectada por déficits en cobertura de los servicios de infraestructura mencionados, así como también el volumen de población cubierta. Como resultado se obtuvo un mapa en el que se visualizan regiones en función de la cobertura de ser-

1 Comprende 40 municipios que rodean a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Almirante Brown, Avellaneda, Berazategui, Berisso, Brandsen, Campana, Cañuelas, Ensenada, Escobar, Esteban Echeverría, Exaltación de la Cruz, Ezeiza, Florencio Varela, General Las Heras, General Rodríguez, General San Martín, Hurlingham, Ituzaingó, José C. Paz, La Matanza, La Plata, Lanús, Lomas de Zamora, Luján, Malvinas Argentinas, Marcos Paz, Merlo, Moreno, Morón, Pilar, Presidente Perón, Quilmes, San Fernando, San Isidro, San Miguel, San Vicente, Tigre, Tres de Febrero, Vicente López y Zárate.

vicios, la intensidad de la falta de cobertura a nivel radio y a nivel hogar, así como también la magnitud de la población afectada. Se aplicó una adaptación local de los ODS, estableciendo umbrales de carencia en función de estándares mínimos de cobertura en la Región Metropolitana de Buenos Aires: menos del 90% para agua de red, menos del 75% para cloacas y menos del 50% para gas de red.

El caso de estudio se centra en el universo de radios censales de los 40 municipios de la Región Metropolitana de Buenos Aires, utilizando datos provenientes del Censo Nacional de Población, Hogares de los años 2010 y 2022. El análisis territorial permitirá visibilizar patrones espaciales de desigualdad en el acceso a infraestructura básica, y anticipa como principal resultado la identificación de zonas críticas que concentran múltiples déficits, proporcionando evidencia empírica para orientar políticas públicas focalizadas.

FUENTES Y MÉTODOS UTILIZADOS

Para la elaboración del mapa de carencias se utilizaron dos fuentes: la cartografía estadística de la Dirección Provincial de Estadísticas y los censos nacionales de 2010 y 2022. Las capas temáticas involucradas fueron:

- Partidos de la Provincia.
- Fracciones Censales 2022.
- Radios Censales 2022.

El software utilizado para manejar la cartografía y las bases de datos vinculadas a ella, es el ArcGIS 9.3.1 – ArcMap, que es un software específico para tareas relativas a los Sistemas de Información Geográfica. Con dicha herramienta se obtuvieron las superficies de cada Radio Censal, insumo necesario para la posterior construcción de los índices, se realizaron todos los análisis espaciales y se construyó el mapa final de resultados.

Un Radio Censal es una división geográfica que se utiliza en los operativos censales. Consiste en una región del espacio que contiene alrededor de 400 viviendas en áreas urbanas y un número no determinado de viviendas en áreas rurales, pero que se relaciona con la posibilidad de recorrido de los censistas en una jornada de trabajo. En las áreas urbanas un radio puede extenderse a un lado de manzana, una manzana o varias. En las áreas rurales la extensión máxima de territorio es la que puede ser recorrida por un Jefe de Radio Censal o censista durante el operativo.

Para procesar los datos del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010, se utilizó el software *REtrieval of DATa for small Areas by Microcomputer* (REDATAM+SP) (Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía [CELADE] & Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2012).

Para procesar los datos del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022, se utilizó el *software* REDATAM7 (CELADE & CEPAL, 2021).

Las variables seleccionadas en función del objetivo fueron:

• Hogar particular. Persona o grupo de personas, parientes o no que viven bajo el mismo techo y comparten gastos de alimentación.

• Tenencia de agua. Forma en la que el hogar se abastece del agua que utiliza. Las categorías son: 1- Dentro de la vivienda; 2- Fuera de la vivienda, pero dentro del terreno; 3- Fuera del terreno.

• Procedencia del agua. Fuente y sistema de abastecimiento de agua que el hogar usa para beber y cocinar. En caso de usar más de una fuente se considera la que predomina en el uso cotidiano. Las categorías son: 1- Red pública; 2- Perforación con bomba a motor; 3- Perforación con bomba manual; 4- Pozo; 5- Transporte por cisterna; 6- Agua de lluvia, río, canal, arroyo, acequia.

• Tiene baño o letrina. Refiere a la disponibilidad de un espacio cerrado por paredes que se elevan del suelo hasta el techo, o por tabiques (pared que se eleva desde el suelo hasta una altura de dos metros), utilizado por el hogar para la evacuación de excretas. El baño / letrina puede estar dentro o fuera de la vivienda y ser de uso exclusivo del hogar o compartido con otros hogares. Las categorías son: 1- Tiene; 2- No tiene.

• Tiene botón, cadena, mochila para limpieza del inodoro. Implica la disponibilidad de un sistema automático o semi-automático de descarga de agua para la limpieza del inodoro (artefacto instalado dentro del baño/letrina). Las categorías son: 1- Tiene; 2- No tiene.

• Desagüe del inodoro. Disponibilidad de un sistema de cañerías que permite el arrastre del agua y eliminación de las excretas del inodoro. Las categorías son: Las categorías son: 1- Red pública; 2- Cámara séptica y pozo ciego; 3- Sólo pozo ciego; 4- A hoyo, excavación en la tierra, etc.

• Combustible usado principalmente para cocinar. Sustancia que tiene el atributo de arder o fuente de energía que se utiliza con mayor frecuencia para la cocción de los alimentos, tales como: combustibles gaseosos (gas natural o licuado); sólidos (carbón, productos del carbón, leña); petróleo y derivados (kerosene) y otros como la electricidad y el alcohol. Las categorías son: 1- Gas de red; 2- Gas a granel; 3- Gas de tubo; 4- Gas en garrafa; 5- Electricidad; 6- Leña o carbón; 7- Otro.

Métodos

Se elaboró un indicador sintético con el fin de combinar distintas variables en un valor único.

Los indicadores sintéticos permiten combinar múltiples variables en una única medida que resume diversas dimensiones de un fenómeno complejo. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]) define indicador sintético como aquella combinación (o agre-

gación) matemática de los indicadores que representan los distintos componentes del concepto que se pretende evaluar a partir de un sistema de partida, proporcionando una evaluación multidimensional del mismo (Saisana & Tarantola, 2002).

El enfoque multiplicativo es particularmente útil cuando se busca reflejar la interacción conjunta de las variables, ya que su estructura no permite que una variable compense la deficiencia de otra. Según el *Handbook on Constructing Composite Indicators* de la OECD.

La decisión de utilizar una fórmula multiplicativa para el indicador sintético se fundamenta no sólo en la teoría de indicadores compuestos (Saisana & Tarantola, 2002; OECD, European Union, & European Commission – Joint Research Centre [EC-JRC], 2008), sino también en los modelos de decisión multicriterio. Como señalan Yoon y Hwang (1995), el modelo de utilidad multiplicativa es adecuado cuando los atributos considerados son no compensatorios y existe interacción entre ellos, como sucede en contextos donde se evalúan múltiples déficits.

Con el propósito de construir un indicador sintético que permita evaluar las carencias respecto de servicios de infraestructura básicos: agua de red pública, servicio de red cloacal y gas de red a nivel territorial, resaltando no solo la existencia de carencias sino también la intensidad y el volumen de población afectada, se realizó un proceso de selección y agregación de indicadores. Dicho proceso requiere de varios pasos que se detallan en el Anexo metodológico.

Como resultado se obtuvo un indicador a nivel Radio Censal con carencias que contempla:

- Carencias a nivel hogar particular: se trabajó con relación a la disponibilidad de servicios en la vivienda según la cantidad de servicios de los que carecía.

- Carencias a nivel radio: se adaptaron los ODS a la situación argentina, en particular a la provincia de Buenos Aires, en lo referido a la disponibilidad de agua segura y de servicio de eliminación de excretas. Además, se adoptaron criterios especiales con respecto a la disponibilidad de gas de red ya que estos servicios no se encuentran incluidos en el plan básico de objetivos.

- Densidad demográfica ponderada: se incluyó en el análisis con el fin de establecer niveles de afectación de las carencias, de modo que el mapa de carencias pueda mostrar distintas intensidades según la densidad.

- La elaboración de un índice sintético que involucre un conjunto de variables requiere de un proceso previo de evaluación y adecuación de las mismas y de la elección de un método de agregación.

- Para la identificación de los radios censales con carencias de infraestructura se tuvieron en cuenta aspectos relacionados con la cobertura de servicios a nivel Radio Censal y a nivel interno del hogar.

A nivel hogar particular se trabajó con relación a la disponibilidad de servicios en la vivienda según la cantidad de servicios de los que carecía.

En el caso de los radios se utilizaron dos criterios:

- Adaptación de los ODS a la situación argentina en lo referido a la disponibilidad de agua segura y de servicio de eliminación de excretas. Además, se adoptaron criterios especiales con respecto a la disponibilidad de gas de red ya que estos servicios no se encuentran incluidos en el plan básico de los ODS.

- Promedio ponderado de carencias a nivel hogar

Otro factor importante como es la densidad demográfica, se incluyó en el análisis con el fin de establecer niveles de afectación de las carencias, de modo que el mapa de carencias pueda mostrar distintas intensidades según la densidad.

Con la combinación de estos indicadores se obtuvo un índice único que combina todos los elementos detallados.

Construcción de los índices parciales y del indicador sintético ICSBI

En esta sección se describen los procesos realizados para la obtención del Índice de carencias críticas.

Como ya se adelantó, para la construcción del índice se realizaron distintos procedimientos que tenía como objetivo por un lado identificar los radios con carencias y por otro apreciar la intensidad de la misma de modo que sea posible visualizar ambos en el mapa.

Identificación de radios censales con déficit de cobertura de servicios básicos de infraestructura

A partir de las recomendaciones de abastecimiento de agua y disponibilidad de servicio sanitario establecidos por los ODS adaptados a la Argentina, más las consideraciones ya mencionadas respecto de la cobertura de gas y electricidad, se seleccionaron aquellos que cumplen al menos una de las siguientes características:

- Porcentaje de población que reside en viviendas particulares sin agua de red pública dentro de las viviendas: menos del 90% de la población cubierta.

- Porcentaje de población que reside en viviendas particulares sin conexión a red cloacal pública: menos del 75% de la población cubierta.

- Porcentaje de población que reside en viviendas particulares sin conexión a la red de gas: menos de 50% de la población cubierta.

La combinación permite observar la intensidad de la carencia, es decir en cuántos indicadores se observa falta de cobertura, puede ser 1 carencia, 2, 3 y -1 si no presenta carencias.

Con este criterio se elaboró un indicador de carencia a nivel radio en función de las medidas de los porcentajes adoptados.

$$ICSBIRi_i=c$$

Donde c toma valores entre 0 (sin carencias en el radio) a 3 (carencias de agua de red, red cloacal y gas de red)

Promedio ponderado de las carencias del hogar a nivel radio censal

Se construyó un indicador de carencias a nivel hogar y luego se ponderó a nivel radio teniendo con la cantidad de carencias por hogar, lo que permitió obtener un indicador que contemple la intensidad de carencias a nivel del hogar, pero reflejado en el Radio Censal. Se obtuvieron las siguientes categorías:

Sin carencias en el hogar: dispone de conexión de agua de red pública dentro de la vivienda, baño con arrastre de agua y desagüe a red cloacal, gas de red domiciliaria y heladera;

0- Un déficit de cobertura de servicios básicos de infraestructura en el hogar: no dispone de agua de red pública dentro de la vivienda o no tiene baño o tiene baño sin arrastre o tiene baño con arrastre sin desagüe a red pública, o no tiene gas de red o no tiene heladera;

1- Dos déficits de cobertura de servicios básicos de infraestructura en el hogar: no dispone de agua de red pública dentro de la vivienda y no tiene baño o tiene baño sin arrastre o tiene baño con arrastre sin desagüe a red pública; no dispone de agua de red pública dentro de la vivienda y no tiene gas de red; no dispone de agua de red pública dentro de la vivienda y no tiene heladera; no tiene baño o tiene baño sin arrastre o tiene baño con arrastre sin desagüe a red pública y no tiene gas de red; no tiene gas de red y no tiene heladera; no tiene baño o tiene baño sin arrastre o tiene baño con arrastre sin desagüe a red pública y no tiene heladera;

2- Tres déficits de cobertura de servicios básicos de infraestructura en el hogar: no dispone de agua de red pública dentro de la vivienda, no tiene baño o tiene baño sin arrastre o tiene baño con arrastre sin desagüe a red pública y no tiene gas de red; no dispone de agua de red pública dentro de la vivienda, no tiene baño o tiene baño sin arrastre o tiene baño con arrastre sin desagüe a red pública; no dispone de agua de red pública dentro de la vivienda y no tiene gas de red; no tiene baño o tiene baño sin arrastre o tiene baño con arrastre sin desagüe a red pública y no tiene gas de red;

A nivel Radio Censal se elaboró un índice ponderando los hogares por la cantidad de carencias a las que estaban afectados, definido como:

$$ICSBIi_i=(\sum_{(c=0)}{}^{\wedge}3\ H_i{}^{\wedge}c*c)/(\sum_{(i=1)}{}^{\wedge}n\ H_i\ )$$

Dónde:

$ICSBIHi_{i,}$ es el indicador ponderado de carencias de los hogares en el radio i

H_i^c, son los hogares con c carencias en el radio i

H_i,son los hogares en el radio i

c, es la cantidad de déficit en la cobertura de los servicios básicos de infraestructura, tomando valores entre 0 y 3

con i que va de 1 a n, radios en la provincia de Buenos Aires.

Corrección de los valores para que se adapten a método multiplicativo

Dado que la estructura del indicador sintético multiplicativo penaliza la ausencia de carencias (es decir, valores iguales a cero pueden anular el producto total), se optó por reemplazar los ceros por el valor -1 en aquellos radios censales sin ningún tipo de carencia. Esta transformación garantiza la conservación del criterio de penalización inherente al modelo multiplicativo, al tiempo que permite diferenciar adecuadamente las unidades territoriales con mayor cobertura de servicios.

En el caso del promedio de carencias a nivel hogar, se aplicó una transformación complementaria restando el valor obtenido a 1. Este procedimiento invierte la escala, de modo que los valores más cercanos a 1 reflejan mayor intensidad de carencias, mientras que los valores cercanos a -1 representan hogares con mayor cobertura de servicios básicos.

Esta metodología permite representar los resultados mediante una escala continua bipolar, que se visualiza posteriormente en los mapas temáticos como un gradiente tipo semáforo, donde:

- -1 indica ausencia total de carencias (mayor cobertura);
- 0 representa una situación intermedia;
- 1 indica máxima intensidad de carencias (mayor vulnerabilidad estructural).

Ponderador de la densidad demográfica a nivel Radio Censal

Al realizar un índice sintético que represente la situación de carencia en forma adecuada, surgió como propuesta que también refleje el volumen de población afectada.

Se elaboró un indicador de densidad demográfica ponderado por la participación relativa de los hogares cada radio respecto del total de hogares de la Provincia:

$$PD_i=(D_i*H_i)/(\Sigma_{i=1}\text{^n } H_i)$$

Dónde:

PD_i es el indicador de densidad ponderada de cada radio

D_i es la densidad demográfica de cada radio

H_i son los hogares de cada radio

$\sum_i$=1nHi es la suma de los hogares de cada radio a nivel provincial.

Índice de cobertura de servicios básicos de Infraestructura (ICSBI)

Como ya se detalló en el apartado Metodología, se optó por un modelo multiplicativo MPP, el Índice es el resultado del producto de los tres subíndices

$$ICSBI_i=ICSBIR_i*ICSBIH_i*PD_i$$

Dónde:

$ICSBI_i$ es el índice sintético de cobertura de servicios básicos a nivel radio

$IICSBR_i$ es el índice de intensidad cobertura de servicios básicos a nivel radio

$ICSBH_i$ es el índice de cobertura de servicios básicos de cada hogar ponderado a nivel de radio

PD_i es el ponderador de la densidad demográfica

El resultado varía entre -100 y 100, los valores más bajos comprenden a los radios de menores carencias y cuando se acerca a 100 corresponde a radios con alta proporción de carencias y alta densidad demográfica, de este modo se puede visualizar en el mapa no sólo las regiones en donde la carencia de servicios es mayor, sino también donde la concentración de población hace más urgente la intervención.

Sistemas de Información Geográfica

Construido el Índice de Cobertura de Servicios Básicos de Infraestructura (ICSBI) por Radio Censal, se obtiene una base de datos que es posible relacionar a estas unidades territoriales, de modo que los valores del ICSBI se representan gráficamente mediante mapas. A continuación, se generó en la base una clave única que permitió identificar a cada Radio Censal de la Provincia, para georreferenciar la información obtenida.

Utilizando un SIG, se vinculó la base de datos alfanumérica con la base de datos gráfica, que fue en este caso la cartografía digital de radios censales. Esta vinculación permitió visualizar espacialmente los datos y construir mapas temáticos y análisis espaciales, ya que cada uno de los valores obtenidos en el indicador quedó georreferenciado.

Para la construcción del mapa final de resultados tipo *mapa de calor*, se realizó una Interpolación espacial en SIG a partir del método IDW (*Inverse Distance Weighting*), uti-

lizando una base de puntos en el espacio con la información del ICE vinculada a los mismos. Los puntos se obtuvieron a partir de la ubicación del centroide de cada uno de los radios censales, formando una capa de puntos con los centroides de todos los radios censales de la provincia. A partir del mencionado análisis espacial de interpolación, se obtuvo una capa raster, que se mapeó en 20 clases de acuerdo a cortes manuales, con una gama cromática que iba del color verde para los valores más bajos del índice, pasando por los amarillos para valores medios y finalizando con los rojos para los valores más altos.

RESULTADOS

La Región Metropolitana de la provincia de Buenos Aires, conformada por cuarenta municipios que se distribuyen alrededor de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) concentró en 2022 13.289.167 personas que residían en viviendas particulares, esto es, albergó a más de tres por cada cuatro bonaerenses, un 12% más que en el 2010. Teniendo en cuenta que en el período se sumaron en la provincia más de 1,9 millones de personas, se advierte que el 73,9% lo hizo en estos 40 municipios (1,4 millones).

Con respecto a la cobertura de servicios de infraestructura, la Tabla 1 muestra que la población cubierta por el servicio de agua de red aumentó 4,4 p.p en el período, pasando del 63,4% en 2010 al 67,9% en 2022, la que contaba con servicio sanitario baño/ inodoro con descarga a red cloacal pública pasó de 36,6% a 47,3: una diferencia de 10,7 p.p. mientras que la cubierta por gas de red, si bien aumentó en casi 23 mil personas en términos absolutos, en porcentaje cayó de 59,9% a 53,7% una disminución de 6,2 p.p.

Tabla 1. Cobertura de servicios básicos de infraestructura. Años 2010- 2022

Año / Variación intercensal	Población en viviendas particulares						
	Total	Con agua de red pública		Con red cloacal		Con gas de red	
			%		%		%
2010	11.865.779	7.527.568	63,4	4.340.816	36,6	7.108.625	59,9
2022	13.289.167	9.021.447	67,9	6.279.915	47,3	7.131.548	53,7
Variación absoluta	1.423.388	1.493.879		1.939.099		22.923	
Variación relativa	12,0	19,8		44,7		0,3	
Variación en p.p.			4,4		10,7		-6,2

Fuente: elaboración propia con datos de INDEC: CNPHyV 2010), CNPHyV (2022).

En la Figura 1 se observan claramente las regiones en donde el déficit de cobertura de servicios básicos de infraestructura afecta a mayor cantidad de población. Las regio-

nes más afectadas corresponden a áreas de más reciente poblamiento (tercera corona de la Región Metropolitana), donde el crecimiento poblacional y la extensión de la mancha urbana no fue acompañada por la extensión de los servicios. La falta de servicios afecta a mayor cantidad de población en los municipios de Moreno, Merlo, Pilar, Lomas de Zamora, Almirante Brown, Oeste de La Matanza y Presidente Perón, donde tonos más intensos del rojo indican que la población afectada es mayor.

También se observan déficits en los municipios creados por leyes provinciales del año 1995, en los cuales los territorios de las antiguas cabeceras presentan una buena cobertura de servicios, no así los municipios que se desprendieron, como es el caso de San Miguel, ex General Sarmiento, cuya población posee todos los servicios; en cambio la población de José C. Paz y Malvinas Argentinas aún presentan falta de cobertura. Del mismo modo, la ex cabecera del partido de Morón, la presencia de servicios es mayor que en los dos municipios que se escindieron: Ituzaingó y Hurlingham, o Esteban Echeverría y Ezeiza.

En el resto de los municipios, si bien se observa falta de cobertura, la población afectada es menor, por lo cual la intensidad del color disminuye.

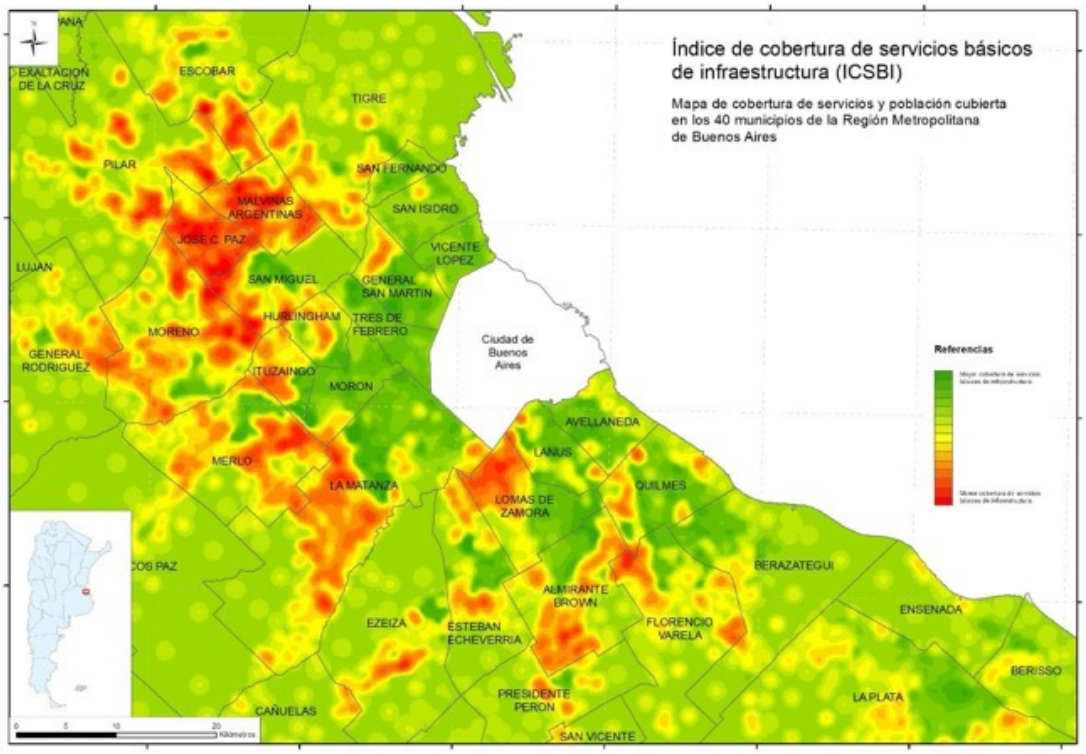


Figura 1. Mapa del Índice de cobertura de servicios básicos de infraestructura (ICSBI)- Año 2022

Fuente: elaboración propia con datos de INDEC, CNPHyV 2022.

En cuanto a los municipios que se están incorporando a la Región, el mapa refleja que las zonas más pobladas carecen de servicios, como en el caso de General Rodríguez, Marcos Paz, Cañuelas, por ejemplo. No es el caso del Gran La Plata, en donde si bien se observan déficits en los barrios más recientes, el casco histórico y las cabeceras de Berisso y Ensenada se encuentran cubiertas.

En el caso de las zonas cubiertas, color verde, la intensidad también refleja la mayor cantidad de población que dispone de servicios.

En la Figura 2 se presenta un sector de la Región Metropolitana, específicamente de los municipios de La Matanza, Merlo y Morón, con la superposición de la capa de radios con el indicador y la imagen satelital del territorio. Se puede observar con claridad que las áreas como mayor déficit de cobertura de servicios básicos, se corresponden, en general, con barrios populares de alta concentración de población. Se advierte una región con alta densidad demográfica y una gran proporción de población con baja cobertura de servicios en color rojo más intenso.

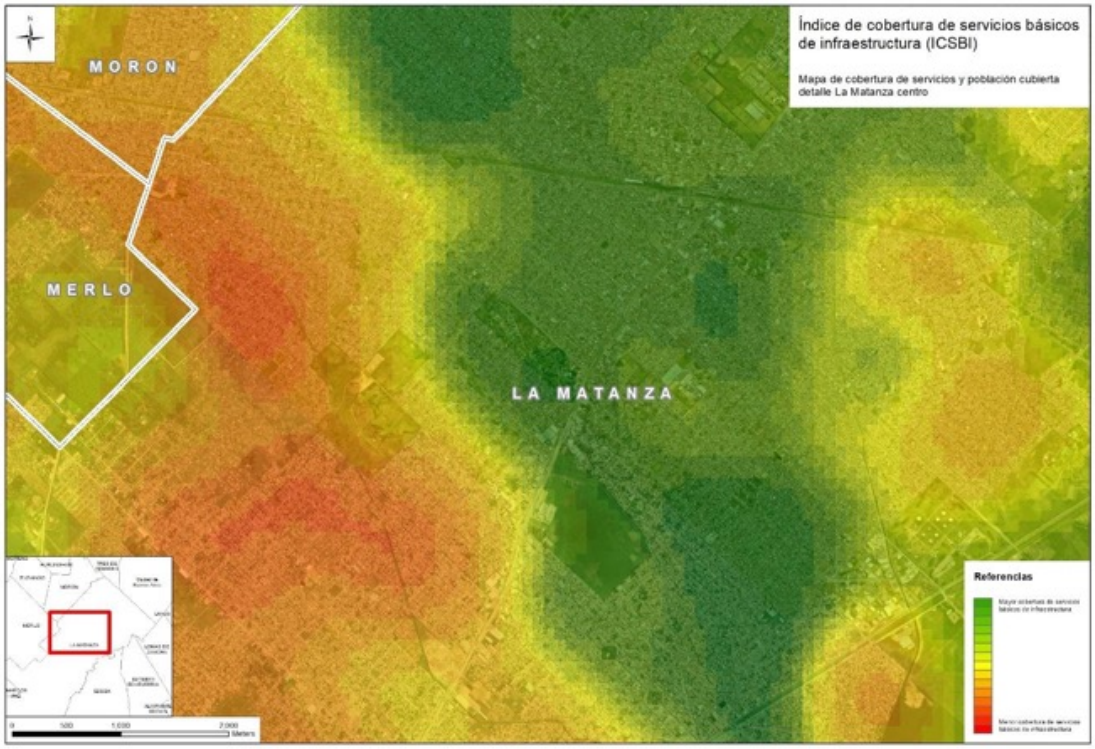


Figura 2. Mapa de Cobertura de servicios básicos de infraestructura. Identificación de sectores críticos en La Matanza, Merlo y Morón- Año 2022

Fuente: elaboración propia con datos de INDEC, CNPHyV (2022).

Del mismo modo, las zonas cubiertas por los servicios y con alta densidad demográfica se identifican con color verde intenso.

Las áreas con baja cobertura de servicios, pero con menor densidad poblacional se ven en la gama de los amarillos a los naranjas, mientras que del verde claro al verde intermedio se identifican áreas cubiertas con menor densidad poblacional.

En la Figura 3 se ve otro sector de la Región en los municipios de General San Martín, San Fernando, San Isidro y Tigre, con el mismo proceso. También en este caso se observan las zonas más alejadas de las cabeceras y de más reciente poblamiento, con mayores déficits y alta densidad poblacional. En San Isidro, por ejemplo, donde la cobertura de servicios alcanza a la mayor parte del municipio, se destaca el barrio La Cava, donde la provisión de servicios es baja.

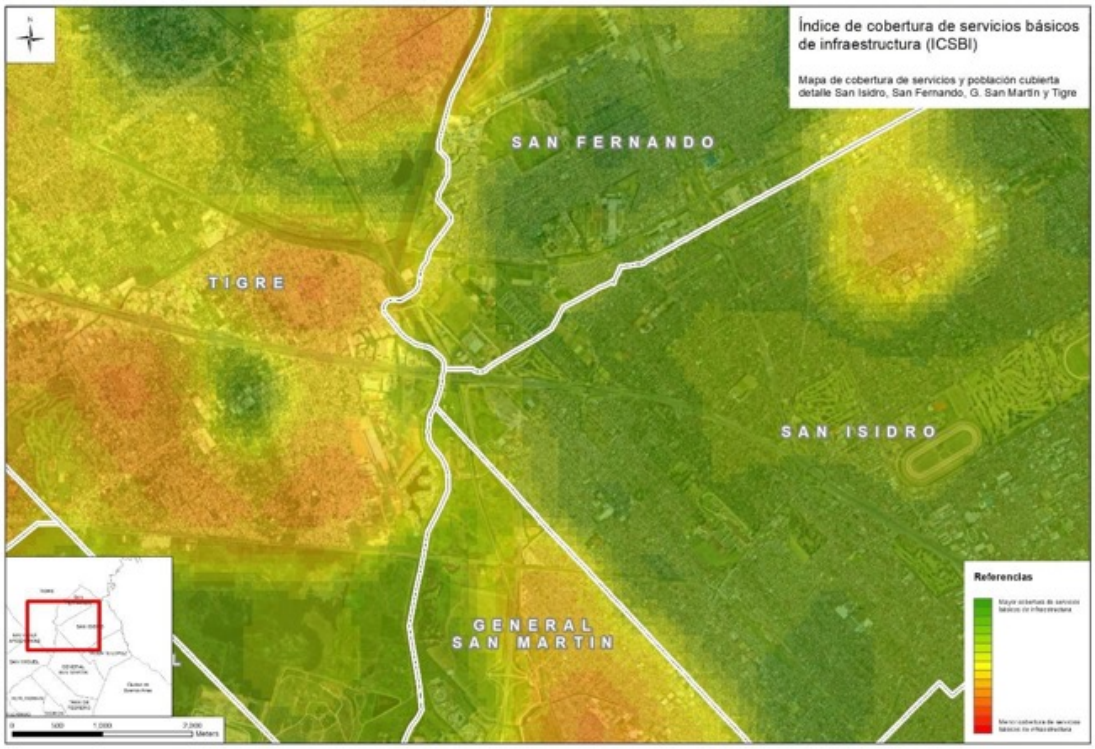


Figura 3. Mapa de Cobertura de servicios básicos de infraestructura. Identificación de sectores críticos en General San Martín, San Fernando, San Isidro y Tigre- Año 2022

Fuente: elaboración propia con datos de INDEC, CNPHyV (2022).

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El índice ICSBE se mostró eficaz para reflejar la situación de cobertura de servicios básicos de infraestructura que afecta a la población de la Región Metropolitana de Buenos Aires. La dimensión espacial fue fundamental para identificar las áreas donde residen la mayor cantidad de personas que carecen de uno o más de servicios de infraestructura básicos, reflejando no sólo la ubicación sino el volumen potencial de la población afectada.

El ICSBE nos alerta sobre la imperiosa necesidad de planificación con respecto a la extensión de la infraestructura de servicios. A través de los censos, se observa que el crecimiento urbano no se detiene y avanza cada vez más sobre zonas rurales o áreas naturales. El cambio climático con la mayor frecuencia de lluvias e inundaciones, sumado a que muchas veces la población de los nuevos asentamientos es más vulnerable requiere de la acción del Estado planificando a través de políticas públicas basadas en la evidencia.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al equipo profesional y técnico de la Dirección Provincial de Estadística (DPE) y al Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC).

REFERENCIAS

CENTRO LATINOAMERICANO Y CARIBEÑO DE DEMOGRAFÍA, & COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. (2012). *REtrieval of DATa for small Areas by Microcomputer* (REDATAM+SP) [Software]. https://redatam.org/es/aplicaciones

CENTRO LATINOAMERICANO Y CARIBEÑO DE DEMOGRAFÍA, & COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. (2021). *REtrieval of DATa for small Areas by Microcomputer* (REDATAM7) [Software]. https://redatam.org/es/aplicaciones

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, EUROPEAN UNION, & EUROPEAN COMMISSION – JOINT RESEARCH CENTRE. (2008). *Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264043466-en

SAISANA, M., & TARANTOLA, S. (2002). *State-of-the-art report on current methodologies and practices for composite indicator development* (EUR 20408 EN). European Commission, Joint Research Centre. https://op.europa.eu/publication-detail/-/publication/9253d939-b47b-4428-b792-619e6b6c8645

Yoon, K. P., & Hwang, C.-L. (1995). *Multiple attribute decision making: An introduction*. Sage Publications, Inc. https://doi.org/10.4135/9781412985161

Encuesta de caracterización del turista:
Una experiencia de innovación con SIG en la ciudad de Mendoza

Tourist Characterization Survey: An Innovative GIS-Based Experience in the City of Mendoza

Pesquisa de caracterização do turista: Uma experiência de inovação com SIG na cidade de Mendoza

Rocío Camila Aroca Vargas[*1], Carla Soledad Cuccia[1], Luciano Pedro Santoni[1], Mario Alberto Candela[1], Octavio Zamorano Flores[1]*

1 Departamento de Infraestructura de Datos Espaciales, Dirección de Catastro, Secretaría de Hacienda, Municipalidad de Mendoza.
**raroca@ciudaddemendoza.gov.ar*

Resumen: La Municipalidad de la Ciudad de Mendoza implementó un sistema digital para relevar y analizar datos turísticos mediante la articulación entre la Dirección de Turismo y el Departamento de Infraestructura de Datos Espaciales. A partir del uso de herramientas del ecosistema ArcGIS, se desarrollaron formularios inteligentes para la caracterización del turista y el seguimiento del servicio de bus turístico, reemplazando los registros manuales tradicionales. Desde el inicio del relevamiento digital en 2023, se registraron más de 63.000 visitantes. El 60% de ellos proviene de provincias argentinas, con Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe a la cabeza. El 40% restante se reparte equitativamente entre turistas extranjeros y visitantes locales. La estadía promedio en 2025 es de cinco días, con un gasto medio diario de $110.000. En cuanto al bus turístico, entre enero y marzo de 2025 se realizaron 710 viajes, transportando a más de 19.000 pasajeros, con una operatividad eficiente en el 65% de las salidas. Este sistema permitió mejorar la gestión de datos, automatizar informes, fortalecer la toma de decisiones basada en evidencia y consolidar un modelo replicable para otras áreas municipales.

Palabras clave: *Digitalización, turismo, gestión de datos, plataforma GIS.*

Abstract: The Municipality of the City of Mendoza implemented a digital system for collecting and analyzing tourism data through collaboration between the Tourism Department and the Spatial Data Infrastructure Department. Using tools from the ArcGIS ecosystem, smart forms were developed for tourist characterization and for monitoring the city's tourist bus service, replacing traditional manual records. Since the start of the digital data collection in 2023, over 63,000 visitors have been recorded. Sixty percent of them come from Argentine provinces, mainly Buenos Aires, Córdoba, and Santa Fe. The remaining 40% are evenly divided between foreign tourists and local visitors. In 2025, the average stay is five days, with an average daily expenditure of ARS 110,000. Regarding the tourist bus, between January and March 2025, 710 trips were completed, transporting more than 19,000 passengers, with efficient operation in 65% of departures. This system enhanced data management, automated reporting, strengthened evidence-based decision-making, and consolidated a replicable model for other municipal areas.

Keywords: *Digitalization. Tourism. Data management. GIS platform.*

Resumo: A Prefeitura da Cidade de Mendoza implementou um sistema digital para a coleta e análise de dados turísticos por meio da articulação entre a Direção de Turismo e o Departamento de Infraestrutura de Dados Espaciais. Com o uso de ferramentas do ecossistema ArcGIS, foram desenvolvidos formulários inteligentes para a caracterização do turista e o monitoramento do serviço de ônibus turístico, substituindo os registros manuais tradicionais. Desde o início do levantamento digital, em 2023, foram registrados mais de 63.000 visitantes. Sessenta por cento deles são provenientes de províncias argentinas, principalmente Buenos Aires, Córdoba e Santa Fe. Os 40% restantes dividem-se igualmente entre turistas estrangeiros e visitantes locais. Em 2025, a estadia média é de cinco dias, com gasto diário médio de ARS 110.000. Em relação ao ônibus turístico, entre janeiro e março de 2025 foram realizadas 710 viagens, transportando mais de 19.000 passageiros, com eficiência operacional em 65% das saídas. Esse sistema permitiu aprimorar a gestão de dados, automatizar relatórios, fortalecer a tomada de decisões baseada em evidências e consolidar um modelo replicável para outras áreas municipais.

Palavras-chave: *Digitalização. Turismo. Gestão de dados. Plataforma SIG.*

INTRODUCCIÓN

Este trabajo surge de una iniciativa conjunta entre la Dirección de Turismo y el Departamento de Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) de la Municipalidad de la Ciudad de Mendoza, con el objetivo de modernizar y optimizar el relevamiento de datos turísticos. Para ello, se diseñó un sistema de recolección y análisis de datos utilizando herramientas del ecosistema ArcGIS.

El proyecto permitió reemplazar los registros manuales en hojas de cálculo por formularios digitales inteligentes y tableros estadísticos interactivos, lo cual mejoró significativamente la calidad, accesibilidad y utilidad de los datos. Esta transformación tecnológica no sólo facilitó la caracterización de turistas en distintos puntos de interés de la ciudad, sino que también permitió monitorear el funcionamiento del servicio del bus turístico, una de las actividades más representativas del sector.

Área de estudio

La Ciudad de Mendoza (Figura 1), capital de la provincia homónima, es un municipio enclavado al pie de la Cordillera de los Andes, situado entre los 32° 51′ y los 32° 54´ latitud Sur y los 68° 49´ y 69° 05′ de longitud Oeste, variando su altitud desde los 720 msnm en la zona urbana al Este y los 2740 msnm en la zona Oeste de precordillera (Secretaría de Desarrollo Urbano, Municipalidad de la ciudad de Mendoza, 2021).

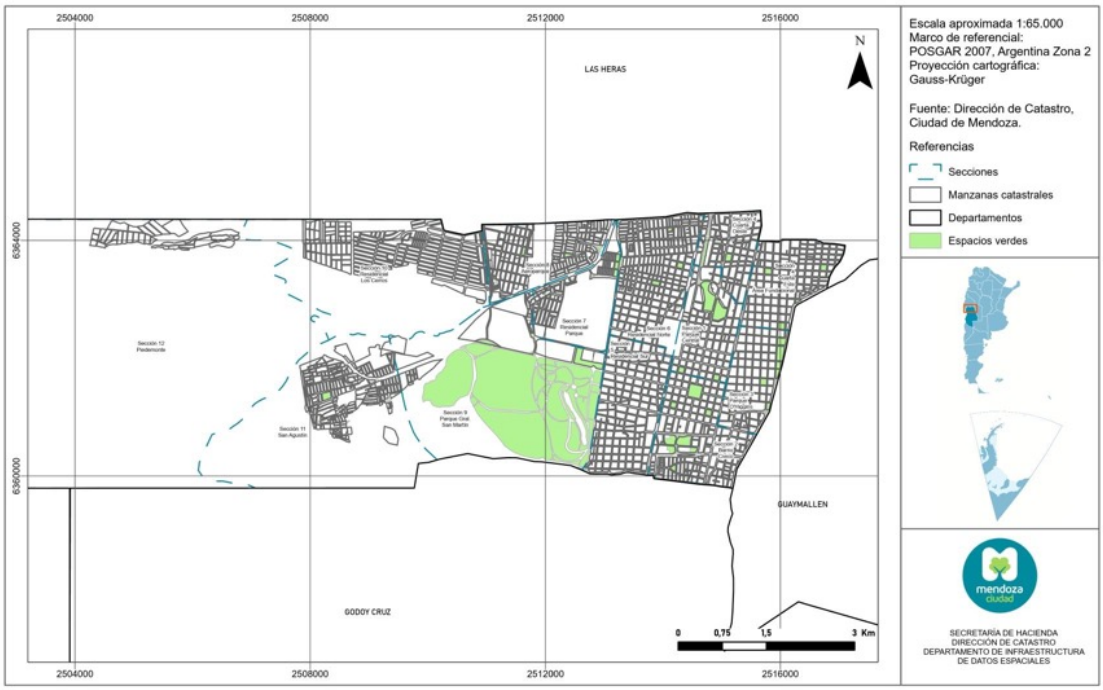


Figura 1. Ubicación de la Ciudad de Mendoza
Fuente: elaboración propia (2025).

MÉTODOS Y FUENTES UTILIZADOS

El proceso de digitalización del relevamiento turístico en la Ciudad de Mendoza tuvo como objetivo principal modernizar la forma de capturar, organizar y analizar la información vinculada al comportamiento de los turistas que visitan la ciudad.

Hasta ese momento, el seguimiento de la actividad turística se realizaba mediante registros manuales organizados en hojas de cálculo, en las que se volcaban datos como la fecha del relevamiento, lugar de procedencia, cantidad de personas, motivo de la visita, tipo de alojamiento, medio de transporte y modo de organización del viaje, entre otros. Este formato, si bien útil como antecedente, presentaba limitaciones operativas en cuanto a eficiencia, trazabilidad y capacidad analítica.

Frente a esta necesidad, desde el Departamento IDE se diseñó una propuesta tecnológica integral basada en herramientas del ecosistema ArcGIS. El esquema de trabajo (Figura 2) incorpora tres componentes clave:

- Formularios digitales inteligentes creados con *Survey123*, adaptados a distintos tipos de relevamiento (caracterización del turista y uso del bus turístico).
- Una base de datos estructurada y alojada en la plataforma institucional, que centraliza y normaliza los registros capturados en campo.
- Tableros estadísticos interactivos desarrollados en *ArcGIS Dashboards*, que permiten el monitoreo en tiempo real de indicadores clave para la toma de decisiones estratégicas.

Esta metodología permitió transformar un flujo de trabajo fragmentado en un sistema digital, automatizado, confiable y escalable. A continuación se muestra el flujo de trabajo:

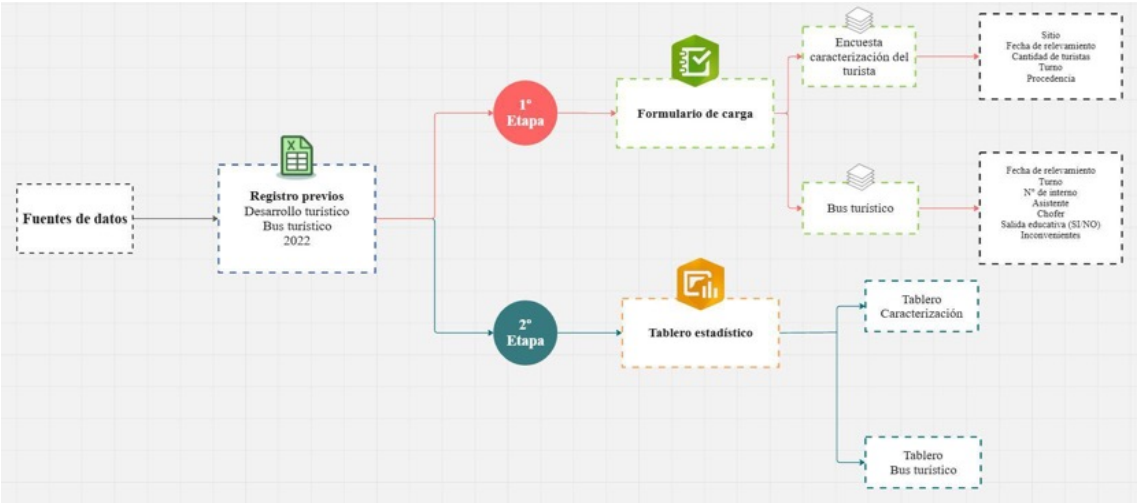


Figura 2. Esquema de trabajo
Fuente: elaboración propia (2025).

Primera etapa

Se definieron los objetivos específicos del relevamiento y los tipos de datos que era necesario capturar, para luego organizar los formularios para la recolección de información de manera estandarizada y precisa utilizando la plataforma *Survey123 de ArcGIS*. Este instrumento fue clave para diseñar encuestas adaptadas a cada tipo de intervención: por un lado, el formulario general para la caracterización del turista, y por otro, un formulario específico como el del bus turístico.

El primer formulario tiene el propósito de conocer diferentes características del turista tales como: la procedencia, el tipo de alojamiento, el motivo de viaje, el medio de arribo, entre otras. Además, la encuesta se lleva a cabo en sitios históricos patrimoniales de la ciudad. La encuesta de caracterización está configurada para que en función del lugar en que se releven los datos, se despliegue una lista de opciones, los sitios son:

- Centro de Atención al Turista (CAT)
- Museo de Sitio y Centro de Interpretación Casa de San Martín
- Museo del Área Fundacional (MAF)
- Museo Municipal de Arte Moderno Mendoza (MMAMM)
- Terraza Jardín Mirador
- Agenda turística
- Fin de semana/vacaciones

En la opción de *fin de semana/vacaciones* se despliega una lista de preguntas más detalladas orientada a relevar datos acerca de las características de su visita (medio de arribo, tipo de alojamiento, estadía, entre otros) y opiniones sobre su estadía (grado de satisfacción, mejoras en el destino, etc.).

En el segundo formulario se cargan datos sobre el bus turístico, que es un servicio tercerizado de transporte turístico que realiza un recorrido por los atractivos más representativos e interesantes de la Ciudad de Mendoza, con servicio de guía y coordinadores a bordo. Allí se recopilan datos sobre los pasajeros y el personal de la municipalidad que asistió en el recorrido. Esto permite llevar un control de la disponibilidad de unidades, turnos, *tickets*, registrar inconvenientes, entre otros.

A partir del año 2023, se iniciaron las pruebas piloto en distintos puntos de la ciudad para verificar la funcionalidad del instrumento en campo y su adecuación a la dinámica de trabajo del personal municipal. Una vez ajustados, los formularios fueron implementados oficialmente en dispositivos móviles utilizados por los encuestadores, quienes relevan la información en centros de atención turística, puntos patrimoniales y durante el recorrido del bus turístico.

Segunda etapa

Se generaron tableros estadísticos interactivos mediante la aplicación *ArcGIS Dashboards* (Figuras 3 y 4), los cuales proporcionaron una visualización clara y dinámica de los datos relevados, a través de gráficos e indicadores personalizados, facilitando la toma de decisiones estratégicas para la Dirección de Turismo.



Figura 3. Captura tablero estadístico encuesta caracterización
Fuente: elaboración propia (2025).



Figura 4. Captura tablero estadístico bus turístico
Fuente: elaboración propia (2025).

Esta modalidad garantiza un flujo de información actualizada permanentemente para el seguimiento operativo y la planificación del área. A partir de los datos relevados, se elaboran informes mensuales que permiten monitorear el comportamiento del turista, la participación en actividades culturales, el funcionamiento del servicio del bus turístico y otros aspectos clave de la gestión.

RESULTADOS

La implementación de herramientas digitales para el relevamiento turístico generó un impacto significativo en la capacidad de monitoreo, análisis y toma de decisiones de la gestión municipal. Los principales resultados se detallan a continuación.

Encuesta de caracterización del turista

- Desde la puesta en marcha del relevamiento digital en 2023 y hasta mediados de abril, se han registrado 63.513 turistas mediante encuestas realizadas en puntos estratégicos de la ciudad.
- El 60% de los visitantes proviene de distintas provincias argentinas, destacándose Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe como principales emisoras de turistas nacionales.
- El 40% restante se distribuye de forma equilibrada entre turistas internacionales y residentes locales.
- En lo que va del año 2025, el tiempo promedio de estadía es de cinco días, mientras que el gasto diario promedio asciende a $110.000 por persona, lo que refleja un impacto económico relevante para el sector comercial y de servicios.

Servicio de bus turístico

- Durante el primer trimestre de 2025 se relevaron 19.056 pasajeros que utilizaron el servicio de bus turístico, gestionado en articulación con operadores locales.
- En ese período se realizaron 710 recorridos, 65% de los cuales se desarrolló sin inconvenientes operativos, lo que evidencia un alto grado de eficiencia en la planificación y ejecución del servicio.
- Además del control de pasajeros, el relevamiento permitió registrar aspectos clave como la disponibilidad de unidades, los turnos cubiertos, y los incidentes reportados durante los recorridos.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La digitalización del relevamiento turístico en la Ciudad de Mendoza marcó un hito en la modernización de los procesos de gestión de datos vinculados al turismo local. Este

avance, surgido de la articulación entre la Dirección de Turismo y el Departamento IDE, permitió superar las limitaciones del registro manual mediante hojas de cálculo, optimizando tiempos, reduciendo errores y facilitando el acceso a información en tiempo real.

La utilización de herramientas como *Survey123* para la recolección de datos y *ArcGIS Dashboards* para su visualización dinámica permitió construir un sistema robusto, adaptable y eficaz para el seguimiento del comportamiento turístico. Esta transformación tecnológica no sólo incrementó la precisión y oportunidad de los datos recolectados, sino que además habilitó la generación de indicadores clave como procedencia, tipo de alojamiento, tiempo de estadía y gasto promedio, fundamentales para el diseño de estrategias orientadas al desarrollo del sector.

Los resultados obtenidos entre 2023 y 2025 —como el registro de más de 63.000 turistas caracterizados y más de 19.000 pasajeros relevados en el bus turístico— evidencian un alto grado de aceptación de los instrumentos digitales por parte del personal municipal y de los visitantes encuestados. Además, los tableros desarrollados han demostrado ser herramientas esenciales para la toma de decisiones, el diseño de campañas de promoción focalizadas y la mejora continua de los servicios turísticos ofrecidos.

En conclusión, la experiencia de la Ciudad de Mendoza refleja cómo la incorporación de tecnologías geoespaciales en la gestión turística no sólo mejora la eficiencia administrativa, sino que fortalece las capacidades institucionales para planificar de manera estratégica, sostenible e inclusiva el crecimiento del turismo en el ámbito urbano.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de Turismo de la Ciudad de Mendoza por su colaboración permanente con el equipo técnico y el compromiso demostrado en cada etapa del proceso. Su participación activa fue clave para la definición de objetivos, la validación de instrumentos y la implementación exitosa del relevamiento turístico digital.

REFERENCIAS

SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO, MUNICIPALIDAD DE LA CIUDAD DE MENDOZA (2021). *Plan municipal de ordenamiento territoria*l. https://datos.ciudaddemendoza.gov.ar/dataset/plan-municipal-ordenamiento-territorial

Análisis geoespacial de siniestros viales en Misiones: Web scraping y georreferenciación de datos (2022-2023)

Geospatial Analysis of Road Accidents in Misiones: Web Scraping and Data Georeferencing (2022–2023)

Análise geoespacial de acidentes de trânsito em Misiones: *Web scraping* e georreferenciamento de dados (2022–2023)

Felipe Sodré Mendes Barros[*1], *Claudia Maria Vargas*[1] *y Alejandro Roberto Vargas*[1]

1 Facultad de Ciencias Forestales (FCF), Universidad Nacional de Misiones; Laboratorio de Herramientas de Soporte a las Decisiones (LabHSD).
**: felipe.sodre@fcf.unam.edu.ar*

Resumen: Los siniestros viales en la provincia de Misiones representan una preocupación creciente debido a su impacto en la seguridad y movilidad. Este trabajo analiza su distribución espacial y factores asociados con el objetivo de generar información útil para la planificación y gestión del tránsito. Para ello, se desarrolló una metodología basada en la recopilación de noticias periodísticas como fuente alternativa de datos, utilizando herramientas de extracción automatizada de información y georreferenciación. El estudio abarcó los siniestros viales reportados entre 2022 y 2023 en un medio digital provincial. La georreferenciación se realizó mediante procesamiento manual y herramientas de geocodificación, asignando un nivel de incertidumbre según la precisión de la ubicación obtenida. Se identificaron los departamentos con mayor concentración de siniestros, siendo Capital, Oberá, Guaraní, San Ignacio y Eldorado los más afectados. Asimismo, se determinó que los automóviles fueron los vehículos más involucrados y que la Ruta Nacional 12 presentó la mayor cantidad de eventos. Los resultados fueron representados mediante mapas, gráficos y tablas, facili-

tando la interpretación espacial del problema. Este enfoque demuestra el potencial del análisis geoespacial basado en fuentes alternativas de datos y resalta la importancia de la integración de tecnologías en la gestión de la seguridad vial.

Palabras clave: *Web scraping, georreferenciación, seguridad vial, análisis espacial.*

Abstract: Road accidents in the province of Misiones are an increasing concern due to their impact on safety and mobility. This study analyzes their spatial distribution and associated factors, aiming to generate useful information for traffic planning and management. A methodology was developed based on collecting news articles as an alternative data source, using automated information extraction and georeferencing tools. The analysis covered road accidents reported between 2022 and 2023 in a provincial digital news outlet. Georeferencing was carried out through manual processing and geocoding tools, assigning a level of uncertainty according to the spatial accuracy of each record. The departments with the highest concentration of accidents were identified as Capital, Oberá, Guaraní, San Ignacio, and Eldorado. Automobiles were the most frequently involved vehicles, and National Route 12 registered the greatest number of incidents. Results were represented through maps, charts, and tables, enabling the spatial interpretation of the problem. This approach demonstrates the potential of geospatial analysis based on alternative data sources and highlights the importance of integrating technologies into road safety management.

Keywords: *Web scraping. Georeferencing. Road safety. Spatial analysis.*

Resumo: Os acidentes de trânsito na província de Misiones representam uma preocupação crescente devido ao seu impacto na segurança e na mobilidade. Este estudo analisa sua distribuição espacial e os fatores associados, com o objetivo de gerar informações úteis para o planejamento e a gestão do tráfego. Para isso, foi desenvolvida uma metodologia baseada na coleta de notícias jornalísticas como fonte alternativa de dados, utilizando ferramentas de extração automatizada de informações e georreferenciamento. A análise abrangeu os acidentes de trânsito reportados entre 2022 e 2023 em um meio digital provincial. O georreferenciamento foi realizado por meio de processamento manual e ferramentas de geocodificação, atribuindo-se um nível de incerteza conforme a precisão da localização obtida. Foram identificados os departamentos com maior concentração de acidentes — sendo Capital, Oberá, Guaraní, San Ignacio e Eldorado os mais afetados. Verificou-se também que os automóveis foram os veículos mais envolvidos e que a *Ruta Nacional 12* apresentou o maior número de ocorrências. Os resultados foram representados por meio de mapas, gráficos e tabelas, facilitando a interpretação espacial do problema. Essa abordagem

demonstra o potencial da análise geoespacial baseada em fontes alternativas de dados e destaca a importância da integração de tecnologias na gestão da segurança viária.

Palavras-chave: *Web scraping. Georreferenciamento. Segurança viária. Análise espacial.*

INTRODUCCIÓN

Los siniestros viales representan un problema creciente en la sociedad Argentina, generando pérdidas humanas, sociales y económicas que afectan a toda la población. A pesar de que se conoce la importancia de disponer de información precisa sobre estos eventos para la toma de decisión, los datos oficiales son limitados o de difícil acceso para la población y los tomadores de decisiones.

Este trabajo busca contribuir a la mejora de la seguridad vial en Misiones mediante el uso de herramientas de análisis geoespacial. Se propone una metodología basada en la recopilación y georreferenciación de siniestros viales a partir de noticias publicadas en el diario Primera Edición entre 2022 y 2023. Para ello, se implementó un proceso automatizado de extracción de datos utilizando *web scraping* y técnicas de geocodificación, permitiendo generar y enriquecer una base de datos geográfica.

El estudio permitió identificar patrones espaciales de siniestralidad en la provincia, estableciendo qué tipos de vías presentan mayor cantidad de eventos, cuáles son las localidades más afectadas, qué tipo de siniestros ocurrió en mayor cantidad, entre otros parámetros cuali-cuantitativos.

Investigaciones previas han aplicado sistemas de información geográfica para analizar la distribución de accidentes viales en distintas regiones, como en las carreteras federales de Tamaulipas (Luna González & Chía Becerril, 1999), la ciudad de Resistencia (Foschiatti et al., 2002), la Región Metropolitana de Buenos Aires (Mayo et al., 2012) y en San Salvador (Mejía et al., 2023). No obstante, estos estudios suelen depender de fuentes oficiales, limitando su replicabilidad en regiones con acceso restringido a dichos datos. Este trabajo propone una alternativa viable: el uso de fuentes periodísticas para georreferenciar siniestros, demostrando su potencial como insumo para análisis geoespaciales en ausencia de registros institucionales, así como para políticas de seguridad vial en Misiones.

La metodología es escalable y reproducible, permitiendo su integración a una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) acorde a la estructura y metadatos establecidos, creando un ecosistema donde múltiples actores (municipios, universidades, medios) aporten datos estandarizados. Este modelo se alinea con los objetivos de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA) de democratizar el acceso a información geoespacial para la gestión pública.

MÉTODOS Y FUENTES DE DATOS

Para obtener los datos sobre siniestros viales, se implementó un proceso automatizado de extracción de datos mediante la técnica de raspado de datos (en inglés, *web scraping*) utilizando *Python* y la biblioteca *Scrapy* (Figura 1). El código desarrollado (disponible en el repositorio público del proyecto) permitió recolectar sistemáticamente todos los artículos publicados por el diario Primera Edición, de amplia circulación en la provincia de Misiones, que incluían el término *siniestro* en su título. De cada noticia se extrajeron los siguientes elementos: título y subtítulo, enlace completo del artículo, fecha de publicación, cuerpo del artículo, etiquetas usadas por el periódico y enlace de las imágenes. Este proceso, ejecutado el 28 de abril de 2024, generó una base de datos estructurada y normalizada.

Luego, se desarrolló un proceso de limpieza de datos (Figura 1) para limitar el análisis a las noticias publicadas en 2022 y 2023, y eliminar tanto noticias duplicadas como aquellas consideradas irrelevantes, como por ejemplo, las que simplemente actualizaban información sobre siniestros ocurridos en otro momento. Con la base de datos ya organizada y depurada, se avanzó hacia una segunda etapa: el enriquecimiento de datos mediante la georreferenciación de los siniestros viales.

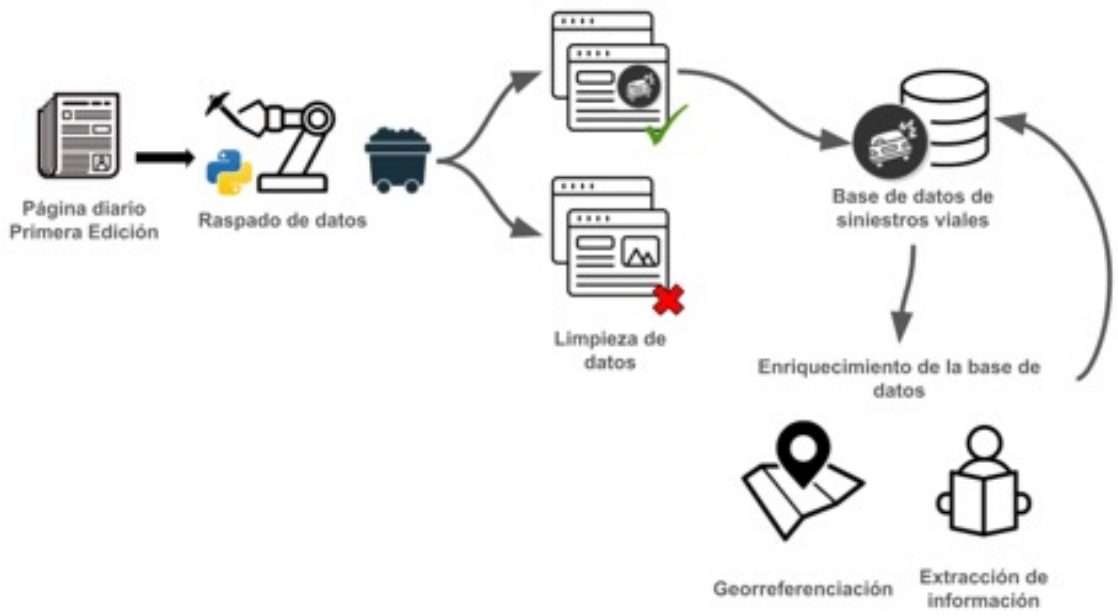


Figura 1. Ilustración del proceso desarrollado en la extracción de datos por raspado de datos del periódico Primera Edición con su posterior limpieza y enriquecimiento de datos

Fuente: elaboración propia (2025).

Para este proceso, se emplearon dos abordajes complementarios. Por un lado, se utilizó la geocodificación automática a través del complemento *Nominatim* de OpenStreet-

Map en QGIS 3.22. Por otro, cuando fue necesario, se recurrió a la georreferenciación manual utilizando herramientas como Google Maps y Google Earth Pro, apoyándose en las fotografías extraídas de las noticias en los casos donde no se disponía de información suficiente para aplicar *geocoding* automático. Independientemente del método empleado, a cada siniestro se le asignó un nivel de incertidumbre —bajo, medio o alto— según la precisión lograda en su ubicación.

Más allá de la georreferenciación, el proceso de enriquecimiento contó con la lectura de las noticias para la extracción de informaciones, como: el tipo y cantidad de vehículos involucrados, cantidad de lesionados y/o decesos.

RESULTADOS

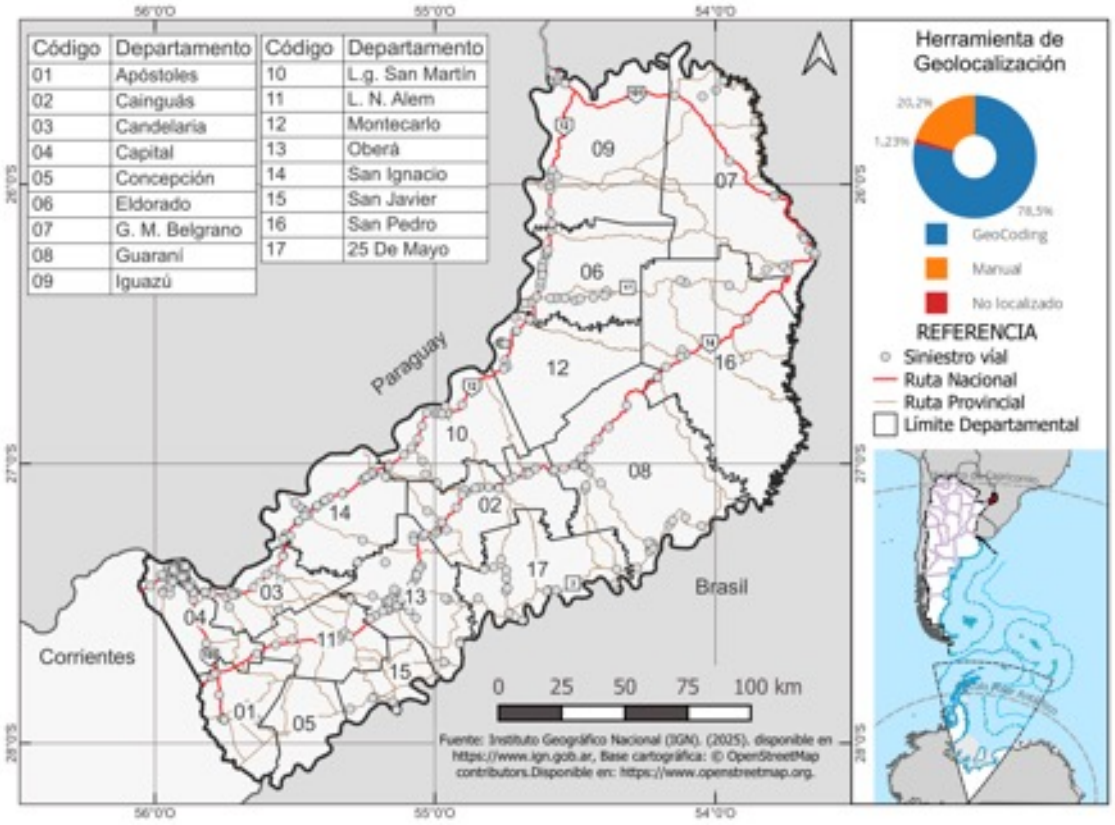


Figura 2. Distribución espacial de los siniestros viales ocurridos en la Provincia de Misiones en los años 2022-2023

Fuente: datos recopilados en el diario Primera Edición (2024). Elaboración propia (2025).

El periódico *Primera Edición* ha publicado un total de 405 siniestros viales en los años 2022 y 2023. De estos, 400 fueron georreferenciados (98,8% del total), ya sea de manera manual (318 registros, 79,5% del total) o con el complemento GeoCoding (82 registros, 20,5% del total) (Figura 2). Sin embargo 5 siniestros (1,2%) no pudieron ser

georreferenciados debido a la falta de información disponible en los textos e imágenes de la notícia publicada.

La calidad de la georreferenciación mostró una distribución destacable: el 50% de los casos (202 siniestros) alcanzaron baja incertidumbre (ubicaciones exactas como intersecciones específicas), mientras que el 25% (100 casos) presentaron media incertidumbre (localizaciones aproximadas en tramos de ruta) y el 25% restante (98 casos) alta incertidumbre (referencias genéricas a vías principales). Esta distribución demuestra la viabilidad de utilizar fuentes periodísticas para estudios geoespaciales cuando se aplican protocolos estandarizados de validación.

Los cinco departamentos con mayor cantidad de siniestros viales (Tabla 1) fueron: Capital, que registró un total de 108 siniestros, Oberá con 55, Guaraní y San Ignacio con 32 cada uno, y Eldorado con 30.

Tabla 1. Los 5 departamentos con mayor cantidad de siniestros, lesionados y decesos

Departamentos	Cantidad de siniestros	Cantidad de lesionados	Cantidad de decesos
Capital	108	100	23
Oberá	55	82	15
Guaraní	32	42	19
San Ignacio	32	35	18
Eldorado	30	39	17

Fuente: datos recopilados en el diario Primera Edición (2024). Elaboración propia (2024).

Tabla 2. Las tres mayores cantidades de siniestros, lesionados y decesos acorde a los tipos de vehículos involucrados

Individual	**Cantidad**	**Decesos**	**Lesionados**
Automóvil	84	39	76
Automóviles y motocicletas	65	21	80
Motocicleta	40	19	31

Fuente: datos recopilados en el diario Primera Edición (2024). Elaboración propia (2024).

Además de la distribución espacial, se logró categorizar a los siniestros según el tipo de vehículo que estuvieron involucrados (Tabla 2), este análisis, reveló una tendencia bien marcada. La mayoría, 84 siniestros, involucraron a un solo vehículo, como ocurre comúnmente en despistes, resultando en 39 personas fallecidas y 76 heridas. En segundo lugar, los siniestros entre automóviles y motocicletas sumaron 65 casos, con 21

víctimas fatales y 80 heridos. Les siguen los accidentes protagonizados exclusivamente por motocicletas, que alcanzaron los 40 casos, con 19 muertes y 31 heridos. Los decesos considerados corresponden únicamente a los informados en medio de comunicación en el momento del siniestro, quedando excluidos los ocurridos con posterioridad.

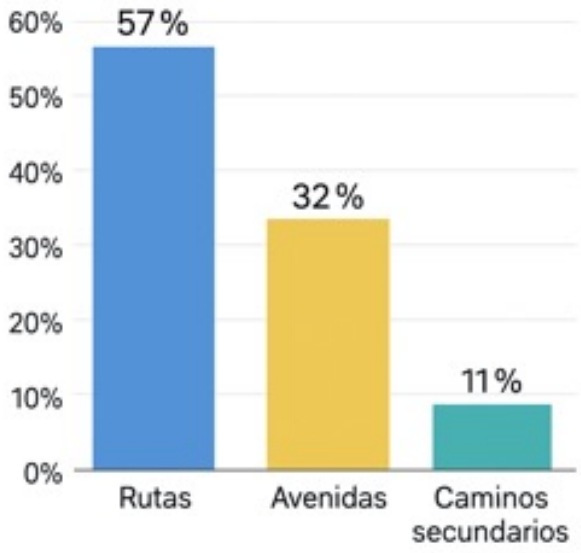


Figura 3. Cantidad de siniestros viales ocurridos en la provincia de Misiones y reportados en el diario Primera Edición en los años 2022-2023 acorde al tipo de infraestructura vial

Fuente: elaboración propia (2024).

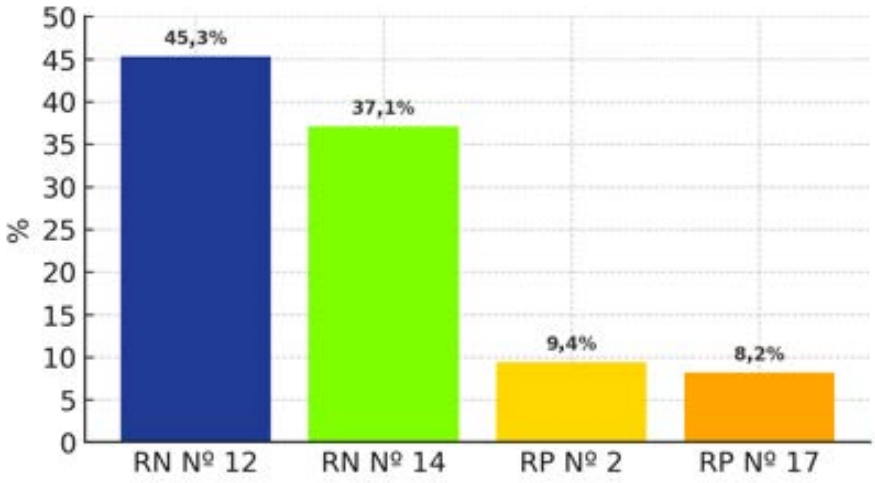


Figura 4. Siniestros viales ocurridos en la provincia de Misiones y reportados en el diario Primera Edición en los años 2022-2023

Fuente: elaboración propia (2024).

Al analizar la infraestructura vial, se pudo identificar que 57% de los siniestros ocurrieron en rutas (tanto nacionales como provinciales), seguido por avenidas (32%) y caminos secundarios (11%) (Figura 3). Al analizar las rutas, las que más presentaron siniestros viales fueron las rutas nacionales N° 12 y 14, respectivamente, seguida por las rutas provinciales N° 2 y N° 17 con valores mucho más bajos que las nacionales (Figura 4).

CONCLUSIONES

Este trabajo demostró que, incluso en contextos donde no se dispone de datos oficiales abiertos sobre siniestros viales, es posible construir información geoespacial crítica a partir de fuentes alternativas como medios periodísticos. La aplicación de geotecnologías permitió estructurar, limpiar y georreferenciar los datos obtenidos mediante web scraping, generando un insumo confiable y estandarizado para el análisis territorial de la siniestralidad vial en Misiones.

El uso de sistemas de información geográfica y georreferenciación no solo facilitó la visualización de los eventos, sino que posibilitó la identificación de patrones espaciales significativos, como las rutas y departamentos con mayor concentración de siniestros. Este enfoque, reproducible y escalable, se constituye como un aporte metodológico concreto para escenarios donde el acceso a información oficial es limitado o parcial.

A pesar de su potencialidad, la fuente utilizada presenta limitaciones: existe un sesgo territorial en la cobertura mediática, que tiende a privilegiar siniestros en zonas urbanas o rutas principales. No obstante, se comprobó que una proporción significativa de las noticias publicadas contiene suficiente nivel de detalle como para ser aprovechadas en flujos de análisis geoespacial.

Este proyecto excede el ámbito académico al proponer una experiencia concreta de articulación entre la universidad, el estado y la sociedad civil. La publicación abierta de los datos, mapas y el tablero de control presentado a autoridades provinciales reflejan un ejercicio práctico de construcción de un ecosistema geoespacial inteligente, basado en datos abiertos, interoperabilidad y servicios digitales.

Como línea futura, se proyecta la incorporación de modelos de lenguaje de gran escala (LLM) para automatizar la extracción de entidades geográficas, vehículos involucrados y severidad de los siniestros, optimizando los tiempos de procesamiento. Asimismo, se profundizará el análisis espacio-temporal para la identificación de áreas de riesgo y patrones estacionales. Estas mejoras permitirán enriquecer el sistema de monitoreo vial, con el objetivo de contribuir al diseño de políticas públicas más eficientes y territorialmente focalizadas.

REFERENCIAS

FOSCHIATTI, A. M., CASAL, M. A., SOLARI, M., RAMÍREZ, L., REY, C. E., LUCCA, A. I., & CARDOZO, O. D. (2002). Contribución de los SIG para la determinación de áreas vulnerables a sufrir accidentes de tránsito en la ciudad de Resistencia (Chaco-Argentina). *Serie Geográfica*, (10), 131–142. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=310113

LUNA GONZÁLEZ, L., & CHÍAS BECERRIL, G. (1999). El uso de SIG en el análisis de la distribución de accidentes en carreteras: el caso de Tamaulipas, México. *Investigaciones Geográficas*, (40), 148–162. https://doi.org/10.14350/rig.59100

MAYO, P., DE PIETRI, D., DIETRICH, P., & CARCAGNO, A. (2012). Factores de exposición al riesgo de lesiones viales. *Agenda de Reflexión en Arquitectura, Diseño y Urbanismo*, (18), 9–20.

MEJÍA, R., QUINTEROS, E., & RIBÓ ARNAU, A. (2023). Áreas geográficas con mayor concentración de accidentes de tránsito en San Salvador, El Salvador: un análisis espacial del periodo 2014–2018. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 40(4), 413-22. https://doi.org/10.17843/rpmesp.2023.404.12963

Relevancia de la IDE en la gestión de caminos rurales:

Normalización, jerarquización y priorización para el desarrollo territorial

Relevance of Spatial Data Infrastructures in Rural Road Management: Standardization, Hierarchization, and Prioritization for Territorial Development

Relevância das Infraestruturas de Dados Espaciais na gestão de estradas rurais: Padronização, hierarquização e priorização para o desenvolvimento territorial

María Luz Fuentes[*1], Gastón Asis[1], Axel Elseser[1], Celina A. Farías[1], Hernán M. Morales[1], Franco Mugnaini[2], Leonardo Sandon[1], María Sol Villella[1]*

1 Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba (IDECOR), Secretaría de Ingresos Públicos. Ministerio de Economía y Gestión Pública de la Provincia de Córdoba; Dirección General de Infraestructura Agropecuaria, Ministerio de Bioagroindustria, Gobierno de la Provincia de Córdoba.
**: MariaLuz.Fuentes@cba.gov.ar*

Resumen: El presente trabajo expone el enfoque metodológico impulsado por el Ministerio de Bioagroindustria y la Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba para la normalización, jerarquización y priorización de caminos rurales, con el objetivo de identificar aquellos caminos de mayor relevancia para su mantenimiento. Se destaca el rol de la Infraestructura de Datos Espaciales como herramienta para el análisis territorial, que permitió integrar información geoespacial de múltiples fuentes (organismos públicos, imágenes satelitales y datos técnicos) en una base coherente, abierta y estandarizada, sustentando el desarrollo de insumos útiles para la toma de decisiones en infraestructura rural.
A partir de los datos disponibles, se desarrolló el *Índice de Priorización de Caminos Rurales*, instrumento que permite identificar los tramos de mayor prioridad de conservación dentro de la red vial rural en función de su re-

levancia productiva y social, y su vulnerabilidad frente a inundaciones. Su cálculo se basó en el procesamiento y análisis de datos georreferenciados mediante software libre y metodologías reproducibles.
Como resultado, se generaron productos geoespaciales que permiten visualizar y clasificar los caminos según su nivel de prioridad, facilitando una asignación más eficiente de recursos públicos. Asimismo, se desarrollaron aplicaciones móviles y tableros interactivos que apoyan la recolección de datos en territorio y la actualización continua. De esta forma, la metodología desarrollada busca ser un instrumento flexible y adaptable para favorecer la toma de decisiones informada, demostrando el potencial de las infraestructuras de datos espaciales para fomentar una planificación territorial más equitativa, transparente y basada en evidencia.

Palabras clave: *caminos rurales, red vial, priorización, gestión.*

Abstract: This paper presents the methodological approach promoted by the Ministry of Bioagroindustry and the Spatial Data Infrastructure (SDI) of the Province of Córdoba for the standardization, hierarchization, and prioritization of rural roads, aiming to identify those of greatest relevance for maintenance. The role of the SDI as a territorial analysis tool is highlighted, enabling the integration of geospatial information from multiple sources (public agencies, satellite imagery, and technical data) into a coherent, open, and standardized database. This foundation supports the development of decision-making tools for rural infrastructure management.
Based on available data, the *Rural Road Prioritization Index* was developed as an instrument to identify road segments with the highest conservation priority within the rural road network, considering their productive and social relevance as well as their vulnerability to flooding. The index was calculated through georeferenced data processing and analysis using open-source software and reproducible methodologies.
As a result, geospatial products were generated to visualize and classify roads according to their priority level, facilitating more efficient allocation of public resources. In addition, mobile applications and interactive dashboards were developed to support field data collection and continuous updates. Thus, the proposed methodology aims to serve as a flexible and adaptable tool for informed decision-making, demonstrating the potential of spatial data infrastructures to promote more equitable, transparent, and evidence-based territorial planning.

Keywords: *Rural roads. Road network. Prioritization. Management.*

Resumo: Este trabalho apresenta a abordagem metodológica promovida pelo Ministério da Bioagroindústria e pela Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) da Província de Córdoba para a padronização, hierarquização

e priorização de estradas rurais, com o objetivo de identificar aquelas de maior relevância para manutenção. Destaca-se o papel da IDE como ferramenta de análise territorial, que possibilitou a integração de informações geoespaciais provenientes de múltiplas fontes (órgãos públicos, imagens de satélite e dados técnicos) em uma base coerente, aberta e padronizada, sustentando o desenvolvimento de instrumentos úteis para a tomada de decisões em infraestrutura rural.

Com base nos dados disponíveis, foi desenvolvido o *Índice de Priorização de Estradas Rurais*, instrumento que permite identificar os trechos de maior prioridade de conservação dentro da rede viária rural, de acordo com sua relevância produtiva e social e sua vulnerabilidade a inundações. O cálculo foi realizado por meio do processamento e da análise de dados georreferenciados, utilizando software livre e metodologias reprodutíveis.

Como resultado, foram gerados produtos geoespaciais que permitem visualizar e classificar as estradas segundo seu nível de prioridade, facilitando uma alocação mais eficiente dos recursos públicos. Além disso, foram desenvolvidos aplicativos móveis e painéis interativos que apoiam a coleta de dados em campo e a atualização contínua. Dessa forma, a metodologia proposta busca ser um instrumento flexível e adaptável para favorecer a tomada de decisões informadas, demonstrando o potencial das infraestruturas de dados espaciais para promover um planejamento territorial mais equitativo, transparente e baseado em evidências.

Palavras-chave: *Estradas rurais. Rede viária. Priorização. Gestão.*

INTRODUCCIÓN

En Argentina, la red de caminos rurales constituye una pieza fundamental para el desarrollo territorial y productivo de cada provincia. Esta infraestructura es clave no sólo para la conectividad de pequeñas comunidades (permitiendo el acceso a servicios esenciales como salud y educación), sino también para el desarrollo de la actividad productiva (posibilitando el transporte de bienes agropecuarios, ganaderos, mineros, entre otros). Sin embargo, su gestión y mantenimiento eficiente representan un desafío considerable debido a factores como la extensión de la red, las condiciones naturales/climáticas adversas, la falta de mantenimiento sistemático y la disponibilidad limitada de recursos.

En este contexto, la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) emerge como un componente estratégico para la gestión de datos espaciales y como soporte para la planificación, priorización y mantenimiento de caminos rurales. Al integrar información geoespacial ya existente con otras fuentes de información y sumar nuevos análisis a partir de imágenes satelitales, es posible establecer un marco de priorización que permita enfocar los recursos y esfuerzos en aquellos caminos que requieren atención urgente, teniendo en cuenta su relevancia productiva, su impacto social y su vulnerabilidad ante factores ambientales. Enfoques similares ya han sido adoptados en distintos análisis en Corrientes y Buenos Aires (Consejo Federal de Inversiones [CFI] y Fundación Agro-

pecuaria para el Desarrollo de Argentina, 2019, Gobierno de la Provincia de Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires, y CFI, 2023) demostrando la utilidad de un análisis integrado y multicriterio para facilitar la toma de decisiones informada.

Ante la necesidad del Ministerio de Bioagroindustria, en particular la Dirección General de Infraestructura Agropecuaria, de realizar un análisis exhaustivo para identificar los caminos rurales de mayor relevancia en la Provincia de Córdoba, la Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR) desarrolló una metodología que mediante la recopilación, análisis e integración de distintas fuentes de información geoespacial permite priorizar los caminos rurales que requieren de mayor control y seguimiento por parte de las autoridades responsables de su gestión.

De esta forma, se propuso como objetivo principal el desarrollo de un Índice de Priorización de Caminos Rurales (IPCR) que identifica aquellos caminos rurales de mayor prioridad de mantenimiento en la red vial, considerando la importancia de los mismos para la conectividad social, el desarrollo económico a nivel provincial y su vulnerabilidad ante el riesgo de inundación. La metodología desarrollada busca ser un instrumento flexible y adaptable para favorecer la toma de decisiones informada, y cuenta con la capacidad de evolucionar en función de la disponibilidad de información y las particularidades del problema analizado. Complementariamente, se desarrollaron un tablero de control (*dashboard*) y aplicaciones de recolección de datos, útiles para la gestión de los caminos rurales y para validar los resultados del IPCR.

DATOS QUE CONECTAN: APORTES DE LAS IDE AL ANÁLISIS DE CAMINOS RURALES

En el marco del análisis de normalización, jerarquización y priorización de caminos rurales el principal aporte de una IDE radica en la capacidad de reunir datos provenientes de distintas fuentes, ya sea de organismos públicos, relevamientos técnicos, imágenes satelitales o datos estadísticos, y transformarlos en insumos consistentes y comparables para el análisis territorial. Esta integración posibilita una comprensión más completa y actualizada del estado y la distribución de los caminos rurales, así como de su relación con variables productivas, sociales y ambientales.

En este sentido, una IDE constituye una herramienta fundamental para el análisis de la red vial rural, ya que permite integrar, organizar y poner a disposición información geoespacial de manera sistemática y accesible. Además, al ofrecer datos abiertos y estandarizados, facilita que diferentes actores, ya sean gubernamentales, académicos o de la sociedad civil, puedan acceder a la información y utilizarla para la toma de decisiones, en el diseño de políticas públicas o el monitoreo de intervenciones, mantenimiento o mejoramiento de la infraestructura. En el caso de la red vial rural, esto se traduce en una mejor capacidad para identificar tramos críticos, priorizar obras y focalizar recursos en función de criterios objetivos como la conectividad territorial, la importancia económica de ciertas zonas o su vulnerabilidad frente a fenómenos climáticos.

Por último, el uso de una IDE contribuye a mejorar la transparencia y la eficiencia en la gestión pública. Al proporcionar una base de datos confiable, accesible y con permanente actualización, sustenta el diseño de diversas estrategias de inversión en materia de infraestructura rural, fomentando una planificación más equitativa, sostenible y orientada a resultados.

MÉTODOS Y FUENTES UTILIZADOS

Fuentes de datos

La cartografía oficial de la red vial completa fue provista por la Dirección de Vialidad de la Provincia de Córdoba. A partir de esto se realizó un proceso de digitalización, corrección topológica y normalización siguiendo los estándares de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (ISO 19115; IDERA, 2023), garantizando su interoperabilidad con otras bases de datos geoespaciales y facilitando su integración con plataformas de gestión territorial. Además, se detectaron y digitalizaron caminos no registrados usando como base capas del Instituto Geográfico Nacional y de OpenStreetMap, que fueron verificadas y corregidas utilizando imágenes satelitales de alta resolución espacial que forman parte de Google Maps.

Para el cálculo del IPCR se calcularon índices utilizando datos de diferentes fuentes, presentadas en la Tabla 1.

Tabla 1. Fuentes de datos

Índice	Datos	Productor/ Origen del Dato	Fuente
Jerarquización	Movimientos de ganado	Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA)	Mapas Córdoba (IDECOR)
	Producción agrícola	Ministerio de Bioagroindustria, Gob. Prov. de Córdoba.	Mapas Córdoba (IDECOR)
		Bolsa de Cereales de Córdoba.	
	Plantaciones forestales	IDECOR - Mapa de Cobertura y Uso del Suelo 2022-2023	Mapas Córdoba (IDECOR)
	Minas y canteras	Secretaría de Minería, Gob. Prov. de Córdoba.	Mapas Córdoba (IDECOR)
	Población por centros urbanos	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC)	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC)
	Escuelas Rurales	Ministerio de Educación, Gob. Prov.de Córdoba.	Mapas Córdoba (IDECOR)
Riesgo de Inundación	Ocurrencia y máxima extensión de agua	Pekel et al (2016)	Global Surface Water Explorer
	Simulación inundación	Copernicus Emergency Management Service (CEMS) - Flood	CEMS-Flood flood inundation maps
	Índice de posición topográfica ponderado por la pendiente (IPTPP)	Hawker et. al. (2022). Elaboración propia a partir de FABDEM	FABDEM
	Precipitaciones	INA-CIRSA y UNC-FCEFyN	Mapas Córdoba (IDECOR)
	Índice Sintético de Textura (IST)	IDECOR - INTA - Ministerio de Bioagroindustria. Elaboración propia a partir de Mapa de Variables Granulométricas	Mapas Córdoba (IDECOR)

Fuente: elaboración propia (2025).

Metodología desarrollada

El IPCR se desarrolló mediante un enfoque metodológico estructurado en diversos índices, integrando datos geoespaciales, criterios de jerarquización de la red según su uso y evaluación de amenazas hídricas. Su propósito es optimizar la asignación de recursos para el mantenimiento de la red vial rural, identificando los tramos más estratégicos y vulnerables.

Teniendo en cuenta, por un lado, la importancia funcional de los caminos en relación con las actividades productivas, la conectividad entre localidades y el acceso a servicios educativos; y por otro, su vulnerabilidad ante condiciones ambientales adversas, se desarrollaron el Índice de Jerarquización de Caminos Rurales (JCR) y el Índice de Riesgo de Inundación de Caminos Rurales (RICR), que luego son utilizados para el cálculo del IPCR. Cada uno de estos índices, a su vez, se estructura a partir de subcomponentes específicos, que reflejan de manera diferenciada los criterios considerados en el análisis. El esquema general de esta metodología se presenta de forma resumida en la Figura 1 y las herramientas utilizadas se presentan en la Tabla 2.

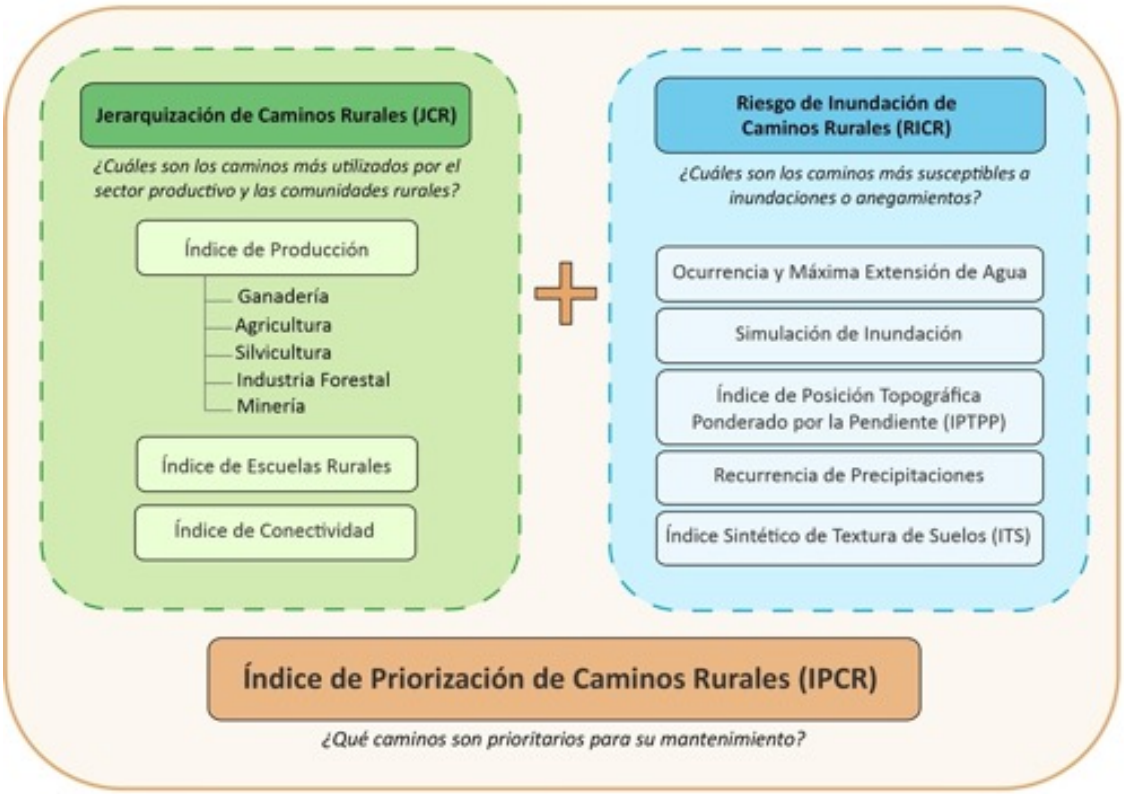


Figura 1. Síntesis de la metodología desarrollada
Fuente: elaboración propia (2025).

Tabla 2. Herramientas utilizadas

Actividad	Herramienta utilizada
Corrección topológica de la red	QGIS/Google Colab
Exploración y limpieza de datos	QGIS/Google Colab
Estimación de recorridos	Complemento QNEAT3 de QGIS
Cálculo de índices	QGIS

Fuente: elaboración propia (2025).

Índice de Jerarquización de Caminos Rurales

Con el objetivo de identificar los tramos más relevantes de la red vial rural en función de su uso actual, se construyó el Índice de Jerarquización de Caminos Rurales (JCR). Este índice asigna valores entre 0 y 1 a cada tramo según su importancia para el desarrollo económico y social de la provincia, agrupándolos luego en tres categorías: alta, media o baja.

Entre las variables analizadas para su definición, se considera la relevancia de los caminos rurales en la actividad productiva de la provincia (Índice de Producción), su función como conectores entre localidades (Índice de Conectividad) y su papel en el acceso a escuelas rurales (Índice de Escuelas Rurales). La fórmula utilizada para su cálculo es la siguiente:

$$JCR = \frac{Producción \cdot p1 + Conectividad \cdot p2 + Escuelas\ Rurales \cdot p3}{Máximo(Producción \cdot p1 + Conectividad \cdot p2 + Escuelas\ Rurales \cdot p3)}$$

Producción: Índice de Producción

p1: Peso de Producción

Donde:

Conectividad: Índice de Conectividad

p2: Peso de Conectividad

Escuelas Rurales: Índice de Escuelas Rurales

p3: Peso de Escuelas Rurales

Cada variable fue normalizada y ponderada según su impacto en la movilidad y el desarrollo territorial, permitiendo la clasificación de los caminos en distintas categorías de jerarquización. Los pesos asignados a cada variable pueden ser modificados en función al análisis y criterio de las autoridades de aplicación que vayan a hacer uso del mismo, otorgándole versatilidad al índice.

La importancia de cada tramo en el desarrollo de las principales actividades económicas y productivas de la provincia fue evaluada mediante el Índice de Producción. El mismo estima la cantidad anual de camiones equivalentes que circulan por un determinado tramo, mediante la estimación de los recorridos realizados por los vehículos vinculados a las actividades productivas más importantes de la provincia (ganadería,

lechería, agricultura, minería y silvicultura) y tomando como base las distintas fuentes de datos disponibles (Tabla 1).

Por otro lado, el Índice de Conectividad identifica los caminos de mayor importancia por actuar como conectores entre localidades. Se analizaron 205 localidades, priorizando aquellas con mayor población dentro de la provincia y considerando también las localidades con más de 25.000 habitantes en provincias colindantes. Para cada par de localidades se identificaron los recorridos más cortos y más rápidos, a los cuales se les asignó un valor de importancia proporcional a sus poblaciones e inversamente proporcional a la distancia entre ellas. Luego, se sumaron los valores correspondientes a todos los recorridos que atraviesan cada tramo de la red vial. El índice resultó de la combinación logarítmica de ambos métodos de cálculo (distancia y tiempo).

Finalmente, la presencia de escuelas rurales fue contemplada mediante el Índice de Escuelas Rurales, que asignó un valor entre 0 y 1 a cada tramo de la red vial en función de su proximidad a las mismas en un radio de 8 km.

Índice de Riesgo de Inundación de Caminos Rurales

La vulnerabilidad de los caminos a ser inundados fue evaluada por medio del Índice de Riesgo de Inundación de Caminos Rurales (RICR). El mismo, se obtuvo mediante la combinación ponderada de cinco variables normalizadas y estandarizadas:

$$RICR = Agua * 0.50 + Inundación * 0.2 + Topografía * 0.15 + Precipitaciones * 0.1 + Textura * 0.05$$

Donde:

Agua: historial de presencia de agua, obtenido desde productos del *Global Surface Water Explorer* (Pekel et al., 2016).

Inundación: registro histórico de áreas inundadas, producto descargado del *Copernicus Emergency Management Service* (CEMS).

Topografía: Índice de Posición Topográfica Ponderado por la Pendiente (IPTPP).

Precipitaciones: recurrencia de 50 años Precipitaciones Máximas (IDECOR-CIRSA-FCE-FyN).

Textura: Índice Sintético de Textura (IST).

La variable *Agua* contempla la ocurrencia (frecuencia con la que una superficie ha estado cubierta por agua) y la máxima extensión de agua (área total que alguna vez estuvo inundada durante el período de análisis). Los datos fueron descargados de productos disponibles en el *Global Surface Water Explorer* (Pekel et al., 2016), una plataforma que analiza más de tres millones de imágenes Landsat capturadas desde 1984, con una resolución de 30 m por píxel, para cuantificar y medir los cambios en los cuerpos de agua superficial a escala global. Por otro lado, la variable *Inundación* incluye una capa

de extensión y profundidad de inundación simulada con un período de retorno de 100 años. La misma está disponible a nivel global como una capa estática en el sitio web de GloFAS, perteneciente al *Copernicus Emergency Management Service* (CEMS)-Flood.

La acumulación de agua en el terreno por *Topografía* fue evaluada mediante el desarrollo y cálculo de un Índice de Posición Topográfica Ponderado por la Pendiente (IPT-PP). El mismo identifica áreas con mayor potencial de acumulación de agua superficial, combinando la posición relativa en el relieve con la pendiente del terreno. El índice fue calculado a partir de FABDEM (Hawker et al., 2022), un modelo de elevación digital de Copernicus corregido por vegetación y edificios, con resolución nativa de 25 m, reescalado a 50 m por este estudio.

Para evaluar la variación que presentan las *Precipitaciones* en la región, se incorporó una capa de recurrencia de precipitaciones máximas en 50 años, extraída del mapa de Precipitaciones Máximas Diarias disponible en el portal de IDECOR, desarrollado en el año 2020 por la Subgerencia del Centro de la Región Semiárida del Instituto Nacional del Agua (INA-CIRSA) y la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC-FCEFyN).

Finalmente, la *Textura* del suelo y su posible influencia en la infiltración de agua fue considerada por medio de la construcción del Índice Sintético de Texturas de Suelos (IT), que sintetiza las proporciones de limo, arena y arcilla en el suelo. Este índice toma como base el mapa de Variables Granulométricas generado por Córdoba et al. (2021), y combina las fracciones extremas arcilla y arena, ponderadas por la influencia del limo.

Cálculo del IPCR

El IPCR se obtuvo integrando los índices de jerarquización y amenaza hídrica mediante la siguiente expresión:

$$IPCR = \frac{JCR}{2} + (JCR\ X\ RICR)$$

El cálculo busca equilibrar la jerarquía de los caminos con su vulnerabilidad a eventos hídricos, evitando que caminos de baja jerarquía sean priorizados únicamente por su nivel de riesgo.

RESULTADOS

Actualización y normalización de la red vial

Uno de los avances más significativos en la gestión de caminos rurales ha sido la completa actualización y normalización de la red vial de la provincia de Córdoba en su totalidad. Tradicionalmente, la información sobre caminos rurales se encontraba dispersa, desactualizada o limitada a registros locales sin una integración sistemática. A

través de la IDE ha sido posible consolidar y estructurar esta información en un entorno geoespacial accesible y dinámico.

Dado que la red vial constituye un dato básico y fundamental, su actualización y normalización se llevó a cabo tomando como referencia los lineamientos propuestos por IDERA, como fue ya mencionado. Estos fueron adaptados a las particularidades de la red vial provincial y a las necesidades específicas planteadas por la Dirección General de Infraestructura Agropecuaria. El resultado de este proceso fue satisfactorio y sienta bases sólidas para futuras actualizaciones, promoviendo una gestión más ordenada, interoperable y sostenible de esta información estratégica.

La normalización y digitalización no solo mejoran la visualización e interpretación correcta de la red vial, sino que también permite la generación de herramientas analíticas avanzadas, como el cálculo de recorridos óptimos. Este tipo de análisis, basado en algoritmos de grafos, facilita la planificación de recorridos eficientes entre distintos puntos del territorio, optimizando la logística y mejorando la accesibilidad.

Además, se ha trabajado en la identificación de huellas rurales, es decir, caminos no mantenidos oficialmente pero utilizados de manera habitual por la población. Incorporar estas rutas en los análisis espaciales permite obtener una representación más realista de la conectividad rural, favoreciendo una mejor asignación de recursos y el diseño de estrategias de intervención más precisas.

Priorización de Caminos Rurales

El cálculo del IPCR permitió asignar a cada uno de los caminos de la red vial rural de Córdoba un valor de prioridad entre 0 y 1 que fueron utilizados para categorizar los tramos en clases de Alta, Media y Baja prioridad (Tabla 3). Esta categorización permite al tomador de decisiones una interpretación sencilla de la prioridad de conservación del tramo. Los rangos de valores de cada una de estas categorías pueden ser ajustados de acuerdo a las necesidades y en función al análisis que se realice.

Según la categorización, aproximadamente 1.250 km de la red vial rural de la Provincia de Córdoba tienen una Alta prioridad de conservación (1%), cerca de 10.700 km tienen una prioridad Media (14%) y poco más de 63.000 km tienen Baja prioridad (85%), tal como se observa en la Figura 2.

Tabla 3. Principal producto obtenido

Producto	Uso	Subproducto	Rango de Valores
Priorización	Importancia del camino según su uso y su riesgo de inundación	Índice de Priorización (IPCR)	0 a 1
		Prioridad de Conservación	Alta, Media, Baja

Fuente: elaboración propia (2025).

Subproductos generados

Como fue mencionado durante la metodología, el IPCR se compone de distintos índices, que fueron construídos con el fin de considerar todos los aspectos pertinentes al análisis y pueden ser considerados productos secundarios al análisis principal. Los mismos no sólo pueden evaluarse separadamente, si no que también pueden modificarse dentro del mismo cálculo del índice de priorización para fortalecer la presencia de una variable por encima de otra. De esta forma, los índices JCR y RICR, junto con los subíndices que los integran, permiten establecer la jerarquía de los caminos en cuanto a su uso y el riesgo que corren los mismos a problemas de inundaciones o anegamientos, respectivamente, constituyendo herramientas secundarias desarrolladas y puestas a disposición para las autoridades de aplicación (Tabla 4).

Tabla 4. Productos secundarios desarrollados para el análisis

Producto	Uso	Subproducto	Rango de Valores
Jerarquización	Importancia del camino según su uso	Índice de Jerarquización de Caminos Rurales (JCR)	0 a 1
		Índice de Producción	0 a 1
		Índice de Conectividad	0 a 1
		Índice de Escuelas Rurales	0 a 1
Riesgo de Inundación	Riesgo de inundación de la zona aledaña al camino	Riesgo de Inundación (RICR)	0 a 1
		Índice de Posición Topográfica Ponderado por la Pendiente (IPTPP)	0 a 1
		Índice Sintético de Textura de Suelo (ITS)	0 a 1

Fuente: elaboración propia (2025).

Los resultados del IPCR y su cálculo deben ser validados y mejorados con la incorporación de información de campo, tarea llevada a cabo a través de una aplicación desarrollada por IDECOR (ver Desarrollo de Aplicaciones para Gestión y Validación).

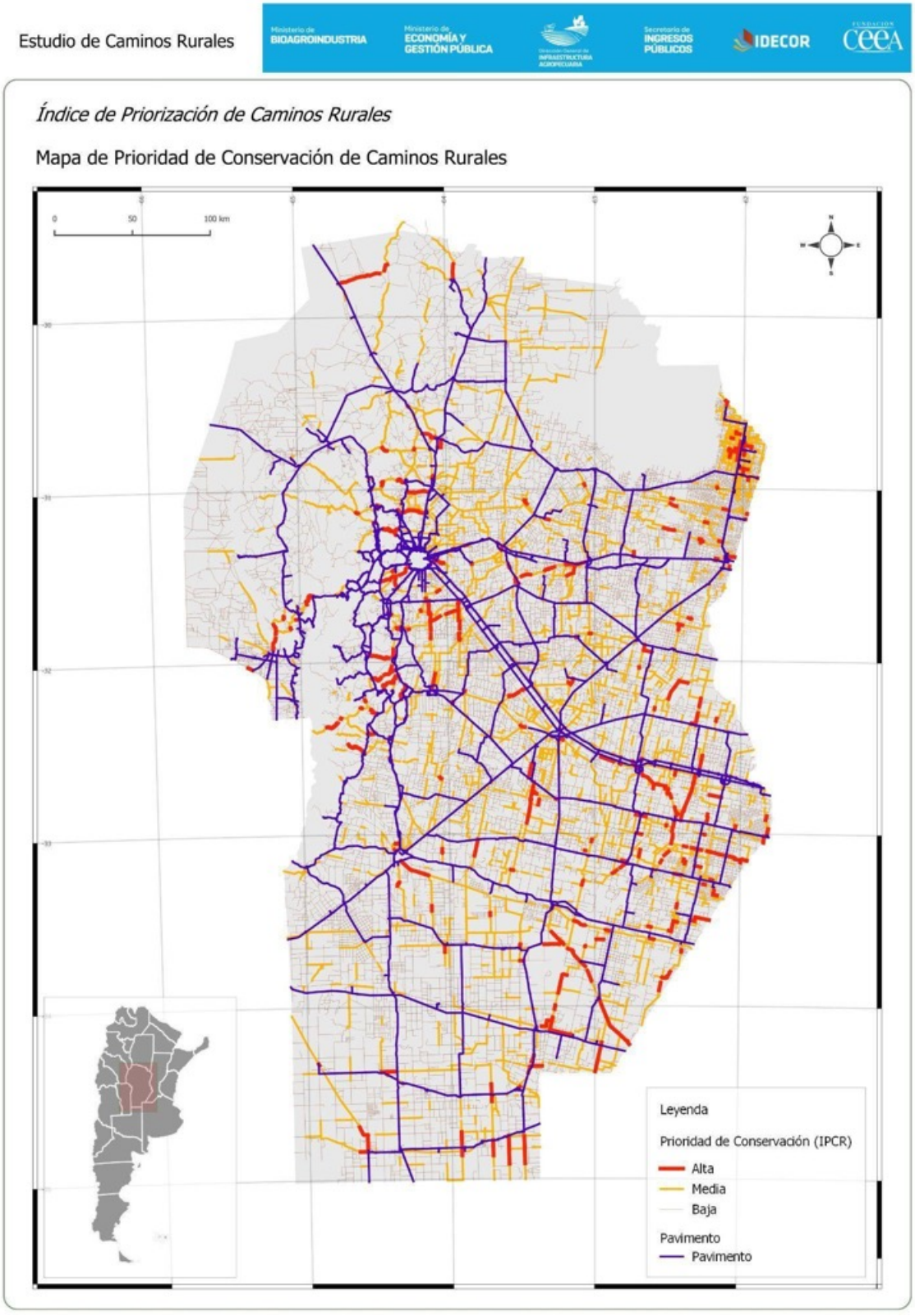


Figura 2. Mapa de Prioridad de Conservación de Caminos Rurales (IPCR)
Fuente: elaboración propia (2025).

DESARROLLO DE APLICACIONES PARA GESTIÓN Y VALIDACIÓN

A fin de apoyar la gestión de los caminos rurales, IDECOR desarrolló un tablero de control y dos aplicaciones para la recolección de datos en territorio: *Vial*, para el control de obras de mantenimiento y *Tramos*, para completar datos inexistentes en la base de datos de la red vial y validar los resultados del IPCR.

Tablero de Control

El tablero de control generado para la gestión de infraestructura vial rural es una herramienta que permite la visualización rápida de la prioridad de conservación (Ver Resultados: Priorización de Caminos Rurales) para el tomador de decisiones, así como el cálculo dinámico de estadísticas y elaboración de gráficos, tal como se ve en la Figura 3. Al momento de publicación de este trabajo el tablero de control se encuentra operativo.



Figura 3. Visualización del tablero de control
Fuente: elaboración propia (2025).

Aplicación Vial

Esta aplicación se desarrolló con el objetivo de recopilar información acerca de las obras de mantenimiento realizadas en los caminos rurales. La misma consiste en un mapa interactivo en el que el usuario indica el tramo de interés y luego se despliega un formulario en el que informa la fecha o rango de fechas de realización de las obras, el tipo o tipos de obras realizadas y un comentario (Figura 4). Esta información es útil para el control y verificación de la gestión de los consorcios camineros por parte del Ministerio de Bioagroindustria y como información de análisis para IDECOR.

Al momento de publicación de este trabajo se está realizando la recopilación de datos.



Figura 4. Visualización de la aplicación Vial
Fuente: elaboración propia (2025).

Aplicación Tramos

La aplicación Tramos surge con el objetivo de obtener datos en territorio que permitan completar información de la base de datos y validar o ajustar los cálculos del IPCR. Se trata de un mapa interactivo en el que el usuario indica el tramo de interés y luego se despliega un formulario (Figura 5). Este formulario recopila datos como el ancho y material de la calzada, los deterioros típicos, la presencia de obras de drenaje y el tránsito característico.

A fin de realizar una recolección eficiente y representativa de los datos de campo se diseñó un muestreo aleatorio jerarquizado. Esto implicó la selección aleatoria de tres tramos por categoría del IPCR (Ver Resultados: Priorización de Caminos Rurales) por consorcio, dando un máximo de nueve puntos de relevamiento: tres de prioridad Alta, tres de prioridad Media y tres de prioridad Baja. Asimismo se incluyeron las huellas de Alta prioridad, a fin de verificar si son realmente relevantes, en cuyo caso podrían incorporarse a la red en conservación.

Al momento de publicación de este trabajo se está realizando la recopilación de datos.

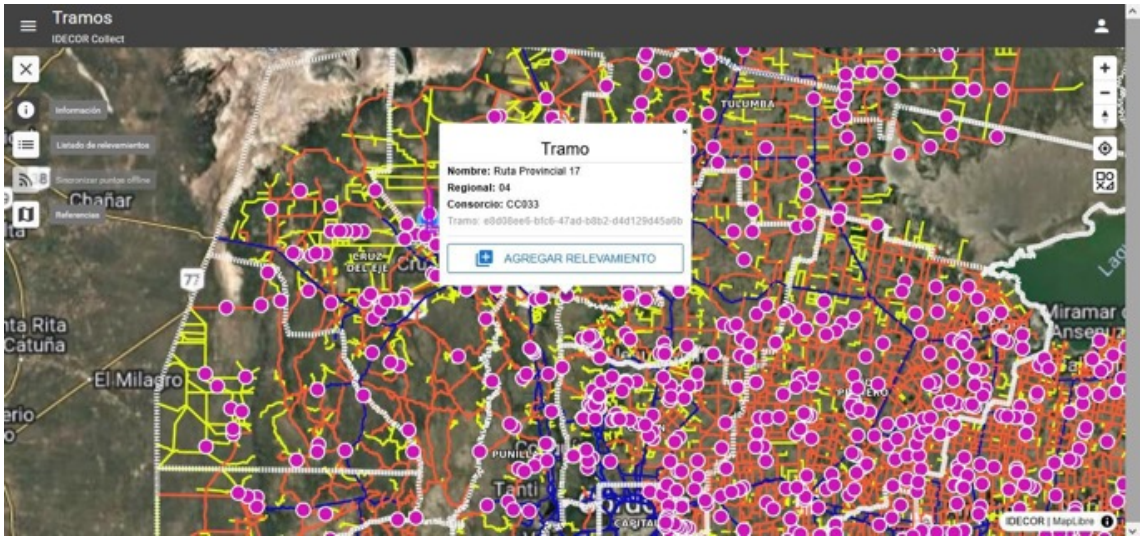


Figura 5. Visualización de la aplicación Tramos. En rosado se resaltan los puntos de muestreo

Fuente: elaboración propia (2025).

DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Uno de los principales aportes de este trabajo radica en la integración de datos oficiales y estándares de información geoespacial, lo que asegura la replicabilidad del modelo en otras provincias. La utilización de IDE facilita la interoperabilidad de la información y su actualización continua, promoviendo una gestión más eficiente y basada en evidencia.

La metodología desarrollada ofrece una herramienta completa y adaptable para guiar la gestión de la infraestructura vial rural en la Provincia de Córdoba, utilizando un enfoque centrado en el análisis de datos geoespaciales. El Índice de Priorización de Caminos Ruralesfacilita la identificación de tramos prioritarios, permitiendo una asignación eficiente de recursos y optimizando la conectividad en el territorio. Asimismo, la integración de criterios productivos, sociales y ambientales en su cálculo aporta un enfoque multicriterio a los resultados, permitiendo enfocar el análisis hacia los factores claves para la toma de decisiones.

Los resultados obtenidos deben interpretarse considerando algunos aspectos vinculados a la disponibilidad y calidad de los datos utilizados como insumo en el modelo, lo cual abre oportunidades para futuras mejoras y ajustes en función de nuevas fuentes o mayor resolución de datos. Por ejemplo, las simulaciones de viajes de los camiones anuales realizadas para el cálculo del Índice de Producción dependen de contar con datos de origen y destino de dichos camiones, información que suele ser compleja de recabar. Por otra parte, si bien el RICR identifica áreas con riesgo de anegamiento a partir de productos satelitales, se desconoce si existen obras de infraestructura en los márgenes de los caminos que redireccionen el flujo del agua. Asimismo, como los productos de ocurrencia histórica de agua y de simulación de inundaciones provienen

de productos globales, para estudios locales se requieren productos más precisos.

Si bien el IPCR representa una herramienta fundamental para la planificación de la red vial, su implementación efectiva requiere complementar esta información con relevamientos de campo, técnicos y detallados. Factores como el estado actual de la infraestructura, las características del suelo y las condiciones climáticas locales deben ser considerados para definir estrategias de mantenimiento y mejoramiento específicas. En este sentido, las aplicaciones de recolección de datos de campo son fundamentales para la mejora de los productos desarrollados. Tanto el tablero de control como las aplicaciones de recolección de datos de campo ponen en valor a la IDE como desarrolladora de soluciones informáticas que respondan a las necesidades de la gestión gubernamental. Asimismo, la gestión gubernamental se beneficia de la integración de datos abiertos y las capacidades de análisis de la IDE, generando un proceso de retroalimentación positiva.

Este estudio demuestra el potencial de las IDE y la normalización de los datos en la gestión de caminos rurales, resaltando la importancia de una visión integrada del territorio. Su replicabilidad en otras regiones lo convierte en un insumo valioso para la planificación vial y el desarrollo territorial basado en datos abiertos y metodologías estandarizadas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Fundación CEEA (Comisión de Enlace de Entidades Agropecuarias - Regional Córdoba) y a la Dirección General de Infraestructura Agropecuaria por su apoyo institucional. Valoramos el compromiso de su equipo técnico y la colaboración de la Dirección de Vialidad en la provisión de datos. Destacamos especialmente el aporte del equipo de IT de IDECOR, clave en la implementación de herramientas geoespaciales que respaldan este trabajo. Su participación fue esencial para el desarrollo del proyecto.

REFERENCIAS

BOLSA Y CÁMARA DE CEREALES DE CÓRDOBA. (2023). *Mapas de Cultivos* [Mapa]. Mapas Córdoba. Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba. https://www.mapascordoba.gob.ar/#/mapas/agropecuario

CENTRO DE LA REGIÓN SEMIÁRIDA. INSTITUTO NACIONAL DEL AGUA & FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS FÍSICAS Y NATURALES. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA. (2021). *Mapa de Lluvias Extremas para Diseño Hidrológico* [Mapa]. Mapas Córdoba. Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba. https://mapascordoba.gob.ar/viewer/mapa/342

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES & FUNDACIÓN AGROPECUARIA PARA EL DESARROLLO DE ARGENTINA. (2019). *Plan de priorización de mejoramiento de caminos rurales de la Provincia de Corrientes. Plan de priorización de mejoramiento de caminos rurales de la provincia de Corrientes* | Consejo Federal de Inversiones

COPERNICUS EMERGENCY MANAGEMENT SERVICE. (s.f.). *CEMS-Flood flood inundation maps. European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*. https://confluence.ecmwf.int/display/CEMS/CEMS-Flood+flood+inundation+maps.

CÓRDOBA, M., BOZZER, C., MORALES, H., ÁLVAREZ, C., CARRANZA, J., & MONZANI, F. (2021, noviembre). *Mapeo de propiedades de suelo en la provincia de Córdoba* [Informe técnico]. Mapas Córdoba. Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia Córdoba. https://www.idecor.gob.ar/wp-content/uploads/2021/12/Informe-Variables-de-Suelo_2021.pdf

GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES, & CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES. (2023). *Infraestructura rural para el desarrollo agrario: Diagnóstico y propuesta para fortalecer la política de caminos rurales para el sector lácteo de la Provincia de Buenos Aires*. https://www.ocla.org.ar/noticias/28225197-infraestructura-rural-para-el-desarrollo-ag rario-diagnostico-y-propuesta-para-fo

HAWKER, L., UHE, P., PAULO, L., SOSA, J., SAVAGE, J., SAMPSON, C., & NEAL, J. (2022). A 30m global map of elevation with forests and buildings removed. *Environmental ResearchLetters*, 17(2), 024016. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac4d4f

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA. *Mapa de coberturas y usos del suelo de la provincia de Córdoba 2022-2023* [Informe técnico]. https://obs-idecor-mapas-docs.obs.sa-argentina-1.myhuaweicloud.com/m482/INFORME-Mapa-de-Coberturas-y-usos-del-Suelo-2022-23.pdf

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. (2023). *Estructura del Catálogo de Objetos Geográficos de IDERA v2.1* [Documento técnico]. https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/catalogo/Descripcion_Catalogo_Objetos_IDERA__V2-1_Marzo_2023.pdf

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS. (s.f.). *INDEC*. https://www.indec.gob.ar/

MINISTERIO DE BIOAGROINDUSTRIA, SECRETARÍA DE GANADERÍA Y SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA. (2024). *Mapas de Producción Ganadera* [Mapa]. Mapas Córdoba. Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba. https://www.mapascordoba.gob.ar/#/mapas/agropecuario

MINISTERIO DE EDUCACIÓN. REPÚBLICA ARGENTINA (2023). *Mapa de Establecimientos Educativos* [Mapa]. Mapas Córdoba. Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba. https://mapascordoba.gob.ar/viewer/mapa/77

PEKEL, J.-F., COTTAM, A., GORELICK, N., & BELWARD, A. S. (2016). High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature*, 540(7633), 418–422. https://doi.org/10.1038/nature20584

SECRETARÍA DE MINERÍA. PROVINCIA DE CÓRDOBA. (2023). *Mapa de Catastro Minero* [Mapa]. Mapas Córdoba. Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba. https://mapascordoba.gob.ar/viewer/mapa/408

BLOQUE 6

Infraestructuras de Datos Espaciales y Sistemas de Información Geográfica Institucionales

Implementación de una IDE en el ámbito de la salud

Experiencia desde el Observatorio Alimentario Nutricional de la Universidad Nacional de Mar del Plata

Implementation of an SDI in the Health Sector Experience from the Nutritional Food Observatory at the National University of Mar del Plata

Implementação de uma IDE no setor da saúde: Experiência do Observatório Alimentar e Nutricional da Universidade Nacional de Mar del Plata

Fernando G. Sabuda[*1,2], *Monica Tomas*[1], *Marcelo Farenga*[1], *Lorena Lazaro Cuesta*[1]

1 Escuela Superior de Medicina (ESM), Universidad Nacional de Mar del Plata.
2 Grupo de Estudios Sobre Población y Territorio (GESPYT), Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de Mar del Plata.
**: unmdp.ide@gmail.com*

Resumen: El presente trabajo tiene como objetivo exponer los principales avances en la implementación de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Universidad Nacional de Mar del Plata (IDEUNMDP), impulsada desde la Escuela Superior de Medicina, a través de proyectos de extensión e investigación desarrollados por el Observatorio Alimentario Nutricional.
Estas iniciativas buscan tanto la generación de datos georreferenciados como la formación de recursos humanos en salud con conocimiento y uso de las geotecnologías. Uno de los desafíos centrales identificados es la capacitación de profesionales y estudiantes capaces de integrar la dimensión territorial en los procesos de intervención sanitaria y producción de información espacial.
El trabajo expone el estado actual de desarrollo de la IDEUNMDP en un

ámbito institucional poco tradicional para este tipo de iniciativas, como es el campo de la salud pública universitaria. Se destaca el proceso de institucionalización, las acciones de capacitación, extensión y vinculación intra e interinstitucional llevadas a cabo, así como los principales desafíos técnicos, operativos y de gestión que enfrenta la plataforma.

Palabras clave: *IDEUNMDP, Escuela Superior de Medicina, Salud, Nutrición.*

Abstract: This paper presents the main advances in the implementation of the Spatial Data Infrastructure of the National University of Mar del Plata (IDEUNMDP), promoted by the School of Medicine through extension and research projects developed by the Nutritional Food Observatory.
These initiatives aim both to generate georeferenced data and to train human resources in health sciences with skills in geotechnologies. One of the central challenges identified is the training of professionals and students capable of integrating the territorial dimension into processes of health intervention and spatial information production.
The paper outlines the current state of development of IDEUNMDP in an institutional field that is not traditionally associated with this type of initiative, such as public university health. It highlights the institutionalization process, training, outreach, and intra- and inter-institutional collaboration activities carried out, as well as the main technical, operational, and management challenges faced by the platform.

Keywords: *IDEUNMDP, School of Medicine, Health, Nutrition.*

Resumo: Este trabalho apresenta os principais avanços na implementação da Infraestrutura de Dados Espaciais da Universidade Nacional de Mar del Plata (IDEUNMDP), promovida pela Escola Superior de Medicina por meio de projetos de extensão e pesquisa desenvolvidos pelo Observatório Alimentar e Nutricional.
Essas iniciativas visam tanto à geração de dados georreferenciados quanto à formação de recursos humanos na área da saúde com conhecimentos no uso de geotecnologias. Um dos principais desafios identificados é a capacitação de profissionais e estudantes capazes de integrar a dimensão territorial nos processos de intervenção sanitária e de produção de informação espacial.
O trabalho descreve o estado atual de desenvolvimento da IDEUNMDP em um contexto institucional pouco tradicional para esse tipo de iniciativa, como é o caso da saúde pública universitária. Destaca-se o processo de institucionalização, as ações de capacitação, extensão e articulação intra e interinstitucional realizadas, bem como os principais desafios técnicos, operacionais e de gestão enfrentados pela plataforma.

Palavras-chave: *IDEUNMDP, Escola Superior de Medicina, Saúde, Nutrição.*

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo expone las actividades que se desarrollaron desde el Programa Observatorio Alimentario Nutricional (OAN) y la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) de la Escuela Superior de Medicina (ESM) de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP) desde el año 2021.

Una IDE es un instrumento de socialización de información georreferenciada. Permite acceder y publicar datos, productos y servicios geoespaciales para ser publicados en internet bajo estándares y normas definidas, asegurando su interoperabilidad y uso, incluyendo la propiedad sobre la información por parte de los organismos y personas que la publican y su responsabilidad en la actualización. Está constituida por una comunidad orientada a crear y administrar información geoespacial que tiene como objetivo propiciar la publicación de datos, productos y servicios, de manera eficiente y oportuna como un aporte fundamental a la democratización del acceso de la información (IDERA, 2025). En este sentido, el surgimiento de cada IDE a nivel nacional, provincial, municipal o institucional fue promovido desde ámbitos técnicos, estatales, académicos o vinculados al ordenamiento territorial. Sin embargo, desde la ESM de la UNMDP se propone una experiencia alternativa, la creación de la IDE institucional para toda la universidad con base en el trabajo del Observatorio Alimentario Nutricional (OAN).

Los motivos que impulsan la creación de la IDE institucional se refieren al reconocimiento del potencial del dato georreferenciado tanto en los ámbitos académicos como en los ámbitos políticos y de gobierno. Los datos georreferenciados son un instrumento que se construye a partir de un trabajo coordinado entre las líneas y sectores involucrados que tienen que ver con la organización, el control del territorio y las relaciones sociales bajo un nuevo paradigma sustentado en la socialización de la información (IDERA, 2025) En este sentido, es necesario reconocer el papel de las universidades y del conocimiento académico aplicado al acompañamiento de la sociedad en la generación de proyectos que favorezcan el bienestar social, la protección del ambiente y el desarrollo del país.

Como objetivos del presente trabajo proponemos presentar los avances y desafíos en la implementación de la Infraestructura de Datos de la Universidad Nacional de Mar del Plata (IDEUNMDP) subrayando su origen en proyectos de extensión e investigación orientados a problemáticas alimentarias y sociales. Esta iniciativa busca integrar la producción de datos georreferenciados en la formación de profesionales de la salud, promoviendo un uso crítico y estratégico de la información territorial. En tal sentido se abordará una breve descripción del proceso de desarrollo e institucionalización de la IDEUNMDP en el marco del OAN como motor de producción y publicación de datos georreferenciados. Se destacarán las acciones de capacitación, extensión y vinculación intra e interinstitucional generadas a partir de la IDE. Finalmente se identificarán los desafíos técnicos, operativos y de gestión que enfrenta la iniciativa.

Se anticipa que el estado de la implementación de la IDEUNMDP en el ámbito universitario-sanitario facilita el acceso a datos confiables, potencia el uso de herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica) y fortalece el enfoque territorial en la investigación y extensión. Asimismo, se identificarán como los principales cuellos de botella la sostenibilidad técnica de la plataforma y la necesidad de fortalecer la capacitación del personal involucrado así como la vinculación con otras IDE.

ANTECEDENTES

La IDEUNMDP forma parte de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA) y su recorrido histórico está definido a partir de los siguientes momentos:

• En 2007, desde el Grupo de Extensión Geomática de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNMDP, se propuso fortalecer un modelo didáctico de Alfabetización Geodigital que tuvo como objetivo promover un cambio cultural y educativo, planteado a partir del uso de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en el aula, utilizando SIG (Tomas et al., 2007, 2010, 2012; Bernasconi et al., 2019).

• En el año 2010, la Universidad Nacional de Mar del Plata adhirió a IDERA según Expediente Nº1-13260/10, asumiendo el compromiso de crear una IDE propia bajo los estándares nacionales.

• En 2020, el Grupo de Extensión de Geomática trabajó con estudiantes de 4° año de la carrera de Medicina de la ESM de la UNMDP en el ámbito del proyecto Observatorio nutricional de embarazadas y niños menores de 5 años con vulnerabilidad social e inseguridad alimentaria, en contexto de pandemia por COVID 19 (Lázaro Cuesta, 2021) del Programa Observatorio Alimentario Nutricional, planteándose un nuevo desafío de Alfabetización Geodigital en salud y servicio social. A lo largo de diferentes encuentros se profundizó y valoró la importancia que tiene el dato geográfico al momento de transformarse en información. Desde los inicios de la actividad la gran incertidumbre fue reconocer la factibilidad de enseñar geotecnología y geoinformación en la carrera de medicina. Los resultados y el grado de participación estudiantil fueron alentadores y confirmó la factibilidad de introducir los SIG y las IDE como práctica en esta disciplina.

• A partir de ese antecedente, en el año 2021 se materializó la IDEUNMDP para toda la comunidad universitaria a partir de la decisión administrativa RD N?747/21 de la ESM de la UNMDP. Las funciones son el fomento de la publicación de información georreferenciada bajo los estándares y protocolos de IDERA; prestar el servicio de asesoramiento y capacitación a todas las dependencias, departamentos e institutos de la UNMDP generadoras de información georreferenciada que soliciten el uso de la IDEUNMDP; y fomentar la cooperación intra e interinstitucional, propiciando el trabajo colaborativo con otros nodos IDE universitarios. En esta instancia se implementa un entorno técnico basado en GeoNode, PostgreSQL, GeoServer y servidores propios (ESM, 2021).

• En 2022 se define y asigna el isologo representativo de la IDEUNMDP como un elemento interno de distinción dentro de la universidad (Figura 1).



Figura 1. Isologo representativo de la IDEUNMDP
Fuente: elaboración propia (2025).

Los desafíos iniciales asociados a la puesta en marcha de la IDE estuvieron circunscritos a la adquisición del *hardware* financiado a partir de un proyecto en el marco del OAN, a la instalación del *software* y a la formación del personal técnico. Estas instancias en la creación de la IDE fueron acompañadas por la presencia del Dr. Nicolas Caloni y su equipo quien dictó un curso interno en 2021 y ofreció asesoramiento técnico. Ambas instancias fueron el puntapié para comenzar a trabajar sobre la IDE propia.

MÉTODOS UTILIZADOS

En la actualidad, la IDEUNMDP se encuentra avanzando y fortaleciéndose:

• Participando desde 2021 en tres proyectos del OAN en los cuales el equipo de la IDEUNMDP se ocupa de la generación de los datos georreferenciados.

• Dictando siete cursos de extensión con convocatoria amplia para investigadores, docentes, becarios, estudiantes avanzados y público en general interesado en la temática. Se desarrollan sobre los tópicos básicos referidos a la generación de capas temáticas y publicación en la IDEUNDMP. También se ha dictado un curso de posgrado orientado a los profesionales de la salud interesados en generar datos espaciales y su publicación (Figura 2).



Figura 2. Flyers promocionales de los cursos de extensión y posgrado
Fuente: elaboración propia (2025).

Uno de los desafíos centrales consiste en incentivar la participación de docentes, investigadores y estudiantes de la ESM, dado que la propuesta no suele percibirse como un componente de formación central. No obstante, el currículum promovido por la unidad académica incorpora una perspectiva innovadora orientada a la intervención sanitaria en el territorio. El currículum innovado involucra un desafío epistemológico que intenta crear un acercamiento entre el estudiante y la comunidad a través de la creación de vínculos entre las ciencias tradicionales, las sociales y humanísticas, introduciendo en la discusión el conflicto de paradigmas en la educación médica (Uriarte et al., 2022). En este marco, la gestión de la ESM ha impulsado la incorporación de becarios y estudiantes avanzados en los proyectos, con el objetivo de que participen en la generación de datos georreferenciados y su publicación en la IDEUNMDP.

Actualmente se han incorporado becarios de Extensión y del Voluntariado Universitario a la IDEUNMDP. Entre sus funciones está pautado que realicen el tratamiento y análisis de variables factibles de georreferenciar, todas generadas en el marco de tres proyectos de investigación y extensión del OAN:

- Observatorio nutricional de embarazadas y niños menores de 5 años con vulnerabilidad social e inseguridad alimentaria en contexto de pandemia por COVID-19 (2020).
- Mejoramiento de las condiciones de vida de comunidades vulnerables del Partido de General Pueyrredón en el contexto de pandemia y pos-pandemia desde un enfoque transdisciplinar (2022).
- Situación alimentaria nutricional de hogares vulnerables, estrategias nutricionales innovadoras e impulso para microemprendimientos sostenibles en el municipio de General Pueyrredón (2024).

Las variables definidas y sobre las cuales trabajarán son las siguientes:

- Inseguridad alimentaria
- Sobrepeso
- Lactancia

- Consumo de ultraprocesados
- Consumo de golosinas, galletitas, bebidas azucaradas, etc
- Consumo de frutas
- Consumo de verduras
- Medidas antropométricas (peso, talla)

Como tareas específicas se procura que haya una generación de capas temáticas y mapas ilustrativos de cada proyecto y capas y mapas aunando los tres proyectos.

RESULTADOS

En este recorrido la IDEUNMDP está avanzando a paso firme para concretar los objetivos propuestos en los apartados anteriores.

Si bien hubo una demora considerable entre la firma del acta acuerdo entre la UNMDP e IDERA —que dio el puntapié inicial para la creación de la IDEUNMDP— y la definición de su lugar institucional, fue recién en 2021 cuando se concretó la implementación formal de la plataforma. Esto fue posible gracias a la adquisición del hardware y la instalación del software necesarios, lo que permitió materializar los esfuerzos realizados desde su gestación.

En el marco de la IDEUNMDP se logró la instalación y personalización completa del sistema GeoNode, actualmente alojado en un servidor ubicado en la sede de la Escuela Superior de Medicina. La administración técnica está a cargo de personal de la unidad académica y del rectorado de la UNMDP, aunque no todos tienen funciones definidas en relación con el mantenimiento de la IDE o con su operatividad diaria.

Respecto a los recursos humanos, se cuenta con un docente geógrafo responsable de la plataforma. Este cumple funciones tanto en la administración de los recursos como en la docencia, dictando cursos de extensión y de posgrado orientados a la generación y publicación de datos georreferenciados. Además, colaboran dos docentes y extensionistas quienes, pese a su retiro formal, continúan participando activamente en la consolidación y visibilización de la IDE dentro de la universidad, y en su vinculación con IDERA. Cabe destacar que ambos fueron los impulsores iniciales de esta infraestructura en la UNMDP.

Desde la Escuela Superior de Medicina, la gestión —en especial la Secretaría Académica— ha desempeñado un rol clave. Su interés y acompañamiento han contribuido marcadamente en la creación de la IDEUNMDP.

Este esfuerzo conjunto ha permitido que una propuesta originalmente impulsada desde IDERA encuentre aplicación concreta a nivel local. En este sentido, se han generado cargos temporales en el marco de becas para tres estudiantes avanzados, con una parte de su carga horaria destinada a funciones específicas en la IDEUNMDP. Estos estudiantes se forman en la generación de datos georreferenciados, su publicación en la

plataforma y también cumplen un rol multiplicador, difundiendo esta iniciativa entre sus pares, docentes e investigadores en el ámbito de la salud.

En la actualidad el equipo de la IDEUNMDP se encuentra desarrollando diversas tareas que se sintetizan en los siguientes ejes:

- Formación: vinculación con la ESM mediante encuentros presenciales semanales con los becarios para su capacitación técnica.
- Extensión e integración: articulación con institutos y grupos de investigación/extensión de otras unidades académicas para compartir los objetivos de la IDEUNMDP.
- Capacitación continua: dictado de módulos y cursos sobre el uso de la plataforma GeoNode, funciones de la IDE y publicación de datos georreferenciados, especialmente en el área de la salud.
- Fortalecimiento institucional: posicionamiento de la IDEUNMDP como espacio transversal de trabajo en docencia, investigación y extensión.
- Estandarización técnica: consolidación de un protocolo institucional para la publicación de datos geográficos, que incluye la generación de capas en formatos vectoriales o ráster y la creación rigurosa de metadatos.

A pesar de los avances, aún restan afrontar los siguientes desafíos pendientes:

- Incorporación de personal técnico con funciones específicas en la IDE para garantizar la sostenibilidad de la plataforma y el manejo del nodo.
- Establecimiento de una vinculación técnica más fluida con las líneas de soporte de IDERA.
- Mayor articulación con otras IDEs para el intercambio de experiencias.
- Ampliación de la participación de investigadores, docentes y extensionistas tanto de la ESM como de otras unidades académicas.
- Fortalecimiento de la capacitación continua del personal involucrado, con énfasis en la recolección de datos georreferenciados.

CONCLUSIONES

La experiencia de implementación de la IDEUNMDP demuestra que es posible impulsar infraestructuras de datos espaciales desde ámbitos académicos no tradicionales, como es el de la salud pública universitaria. Este enfoque innovador permitió articular docencia, investigación y extensión con el uso estratégico de información territorial, contribuyendo a democratizar el acceso a datos clave para el diseño de políticas públicas.

A lo largo del proceso, se ha evidenciado que una IDE puede surgir y consolidarse más allá de los entornos técnicos o más tradicionales. La combinación entre tecnología,

formación profesional y compromiso social ha sido central para resignificar el dato geográfico como una herramienta crítica en la toma de decisiones sanitarias y en la formación de los futuros médicos.

Asimismo, la incorporación de esta perspectiva fomenta desde la ESM una integración multidisciplinaria que vincula saberes científicos, técnicos y sociales en beneficio de la comunidad.

Esta experiencia pone de relieve dos aspectos fundamentales en el uso del dato georreferenciado: por un lado, la disponibilidad de tecnologías aplicadas a sistemas de información; por otro, las nuevas formas de producir y utilizar la información territorial.

En el caso particular de la Escuela Superior de Medicina, se tomaron diversas acciones para integrar la geoinformación a la actividad académica. Entre ellas, se destaca la decisión institucional de gestionar los recursos necesarios para crear, poner en funcionamiento y mantener actualizada la IDEUNMDP. Esta plataforma abierta y gratuita representa un avance concreto en la integración, sistematización y visualización de los datos geográficos generados en el ámbito universitario.

AGRADECIMIENTOS

Es de nuestro interés agradecer a quienes llevan adelante la administración de la IDERA, a los responsables de las Jornadas anuales de IDERA, a la UNMDP, al Director de la Escuela Superior de Medicina de la UNMDP Dr. Adrian Alasino y a la Subsecretaria Académica Dra. Lorena Lázaro Cuesta.

REFERENCIAS

BERNASCONI, M. V., TOMAS, M., BORELLI, N., FERNANDEZ HONAINE, M., SOTTILE, G., FARENGA, M., OYARBIDE, F., SABUDA, F., ALVAREZ M. F., MONTTI, L., BACINO, G., ADINO, M., VIEL, E., & VERON, A. (15-16 de agosto de 2019). Alfabetización geodigital: desde la escuela al barrio, por un hábitat natural saludable. En *VII Jornadas Marplatenses de Extensión y Compromiso Social Universitario "Mariano Salgado" y I Encuentro de Prácticas Socio comunitarias*. Universidad Nacional de Mar del Plata

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. (2025). *IDERA*. https://www.idera.gob.ar/

LÁZARO CUESTA, L. (2021). *Observatorio nutricional de embarazadas y niños menores de 5 años con vulnerabilidad social e inseguridad alimentaria, en contexto de pandemia por COVID-19* [Informe de proyecto de investigación]

TOMAS, M., FARENGA, M., BERNASCONI, M. V. (29-31 de mayo de 2007). La formación de usuarios de sistemas de información geográfica. Una experiencia con docentes en el partido de Balcarce. Buenos Aires. Argentina [Resumen]. En G. D. BUZAI (Ed.). *Memorias XI Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica*. Universidad Nacional de Luján; Sociedad Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica

TOMAS, M., FARENGA, M., & BERNASCONI, M. V. (2010). *Alfabetización geodigital*. Universidad Nacional de Mar del Plata

TOMAS, M., BERNASCONI, M. V., & FARENGA, M. (26-29 de junio de 2012). La cartografía digital en el paradigma de la educación: Alfabetización geodigital en la escuela secundaria. En *Actas del VI Congreso de la Ciencia Cartográfica*. Instituto Geográfico Nacional

URIARTE, I. L., RABINO, M. C., & SORDINI, M. V. (26-29 de junio de 2022). Determinantes curriculares de rendimiento académico en currícula integrada, de segundo año, del ciclo básico de la carrera de medicina de la Escuela Superior de Medicina, Universidad Nacional de Mar del Plata. En *V Jornadas de Investigadores, Grupos y Proyectos en Educación*. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional de Mar del Plata

Aportes del Área TIGyAE del CIG-FaHCE:

Institucionalización, experiencias y proyecciones

Contributions of the TIGyAE Area of the CIG-FaHCE: Institutionalization, Experiences, and Projections

Aportes da Área TIGyAE do CIG-FaHCE: Institucionalização, experiências e projeções

Gastón Cirio[*1], *Ludmila Cortizas*[2], *Santiago Báez*[3], *Sebastián Mantegna*[3], *Gabriela Dambra*[3]

1 Centro de Investigaciones Geográficas, (CIG IdIHCS - CONICET-UNLP); Departamento de Geografía, Universidad Nacional de La Plata; Instituto de Ingeniería y Agronomía (IIyA - UNAJ-CONICET).
2 Centro de Investigaciones Geográficas, (CIG IdIHCS - CONICET-UNLP); Departamento de Geografía, Universidad Nacional de La Plata; Departamento de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Quilmes.
3 Centro de Investigaciones Geográficas, (CIG IdIHCS - CONICET-UNLP); Departamento de Geografía, Universidad Nacional de La Plata.
**: gastoncirio@gmail.com*

Resumen: La presente ponencia aborda la creación, desarrollo y proyecciones del Área de Tecnologías de la Información Geográfica y Análisis Espacial constituida en 2023 en el ámbito del Centro de Investigaciones Geográficas de una universidad pública argentina. Este espacio busca fortalecer una dimensión técnica y metodológica de la geografía centrada en el análisis espacial, la producción cartográfica, la estructuración de datos geoespaciales y su aplicación en procesos de investigación, formación y vinculación con diversos actores sociales e institucionales.
A partir del denominado *giro espacial* en las ciencias sociales y en el contexto de expansión de la sociedad de la información, se plantea una práctica geotecnológica orientada a integrar herramientas digitales con problemáticas territoriales concretas. La ponencia recupera experiencias relevantes

desarrolladas durante el primer año de funcionamiento del área: la colaboración en un proyecto nacional sobre acceso a la alimentación en barrios populares del Gran La Plata; la asistencia a equipos de investigación en la organización y georreferenciación de bases de datos; y la implementación de espacios de formación en herramientas digitales de análisis espacial.
Finalmente, se reflexiona sobre los desafíos para consolidar este dispositivo institucional: sostenibilidad técnica y financiera, articulación con carreras de formación profesional, y construcción de redes de cooperación territorial que permitan incidir en procesos de planificación y gestión con enfoque situado y crítico.

Palabras clave: *Tecnologías geográficas, análisis espacial, SIG, transferencia.*

Abstract: This paper addresses the creation, development, and future prospects of the Geographic Information Technologies and Spatial Analysis Area (TIGyAE), established in 2023 within the Geographic Research Center (CIG) of a public Argentine university. This unit aims to strengthen the technical and methodological dimension of geography, focusing on spatial analysis, cartographic production, the structuring of geospatial data, and its application in research, education, and collaboration with various social and institutional actors.
Building on the so-called *spatial turn* in the social sciences and within the broader context of the information society, the area promotes a geotechnological practice oriented toward integrating digital tools with concrete territorial issues. The paper highlights key experiences developed during the first year of operation: collaboration in a national project on access to food in low-income neighborhoods of Greater La Plata; support for research teams in organizing and georeferencing databases; and the implementation of training programs in digital tools for spatial analysis.
Finally, it reflects on the main challenges for consolidating this institutional initiative: technical and financial sustainability, articulation with professional training programs, and the development of territorial cooperation networks that foster participation in planning and management processes from a situated and critical perspective.

Keywords: *Geographic technologies, spatial analysis, GIS, knowledge transfer.*

Resumo: Esta comunicação aborda a criação, o desenvolvimento e as perspectivas futuras da Área de Tecnologias da Informação Geográfica e Análise Espacial (TIGyAE), instituída em 2023 no âmbito do Centro de Pesquisas Geográficas (CIG) de uma universidade pública argentina. Esse espaço tem como objetivo fortalecer a dimensão técnica e metodológica da geografia, com foco na análise espacial, na produção cartográfica, na estruturação

de dados geoespaciais e em sua aplicação em processos de pesquisa, formação e articulação com diversos atores sociais e institucionais.
Com base no chamado *giro espacial* das ciências sociais e no contexto de expansão da sociedade da informação, propõe-se uma prática geotecnológica voltada à integração de ferramentas digitais com problemáticas territoriais concretas. A comunicação recupera experiências relevantes desenvolvidas durante o primeiro ano de funcionamento da área: a colaboração em um projeto nacional sobre acesso à alimentação em bairros populares da Grande La Plata; o apoio a equipes de pesquisa na organização e georreferenciamento de bases de dados; e a implementação de espaços de formação em ferramentas digitais de análise espacial.
Por fim, reflete-se sobre os desafios para consolidar esse dispositivo institucional: sustentabilidade técnica e financeira, articulação com cursos de formação profissional e construção de redes de cooperação territorial que contribuam para os processos de planejamento e gestão com uma abordagem situada e crítica.

Palavras-chave: *Tecnologias geográficas, análise espacial, SIG, transferência de conhecimento.*

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se ha revitalizado el debate en torno a las dimensiones e implicancias espaciales de las acciones sociales, siendo un campo de renovado interés por parte de una amplia variedad de disciplinas como la sociología, antropología, geografía, las ciencias políticas, la ingeniería, la economía, entre otras. Dicha tendencia ha sido denominada por algunos autores como *spatial turn* refiriendo al *giro espacial* que han tomado las teorías sociales al incorporar la dimensión espacial y territorial de manera central en sus formulaciones (Soja, 1996; Foucault, 1986; Sassen, 1991; Harvey, 2007). Por otra parte, autores como Castells (1998) dan cuenta de una nueva etapa en la evolución de las sociedades que han denominado como sociedad del conocimiento y sociedad de la información. En este marco, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han tenido un rol central; y dentro de ellas, es posible destacar por su especificidad espacial, a las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG). Estas tecnologías han sido caracterizadas como metaherramientas en el marco de una sociedad de la geoinformación (Moreno Jiménez, 2010).

De manera creciente, en el contexto internacional y nacional, las TIG se han incorporado a sistemas decisorios en materia de políticas públicas, especialmente en aquellas que requieren de un anclaje territorial prioritario. Así, los sistemas de apoyo a las decisiones (DSS) (Silver, 1991; Turban, 1995) entendido como un soporte informático orientado a la asistencia para la toma de decisiones, y su vertiente espacial de Sistemas de Ayuda a la Decisión Espacial (SADE) (Linares et al., 2009) han previsto, en mayor o menor medida, la incorporación de información georreferenciada a partir de herramientas y soportes específicos. Con un amplio desarrollo científico, la incorporación de estas metaherramientas han sido caracterizadas como una praxis geotecnológica

(Moreno Jiménez, 2015) en el marco de un paradigma geotecnológico (Buzai, 2001).

En este marco la información geográfica revitaliza su rol central en la concepción de intervenciones en la gestión del territorio con múltiples implicancias temáticas de interés social y abordaje interdisciplinario. El desarrollo de las TIC y la centralidad de la georreferenciación han generado un virtuoso intercambio que se desarrolla con amplia fertilidad en el campo de la Geomática. Se puede considerar a la Geomática como un término científico relativamente novedoso que engloba un conjunto de ciencias y tecnologías de captura, procesamiento, análisis, interpretación, almacenamiento, modelización, aplicación y difusión de información digital geoespacial o localizada. Se trata de un campo de conocimientos interdisciplinar que recoge, gestiona, analiza y trata la información espacial, operando en campos tan variados como la cartografía, los Sistemas de Información Geográfica (SIG), la teledetección, el ordenamiento territorial, catastro, entre muchos otros. Incorpora a su arsenal de competencias un manejo avanzado de SIG, conceptos y técnicas de análisis espacial, teledetección, producción cartográfica, y su interoperabilidad en entorno de Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE). Estos constituyen elementos centrales que forman parte del arsenal metodológico y técnico disciplinar de la Geografía en diálogo con otras áreas del saber.

En este contexto, el Área de Tecnologías de Información Geográfica y Análisis Espacial (TIGyAE) del Centro de Investigaciones Geográficas (CIG/FaHCE -Centro de Investigaciones Geográficas/Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación- , IdIHCS/UNLP -Instituto de Investigaciones en Humanidades y Ciencias Sociales-Universidad Nacional de La Plata) surge de la necesidad de fortalecer esta dimensión específica del saber geográfico, procurando establecer un ámbito referente en la generación y aplicación de conocimientos y herramientas de análisis espacial a través de TIG que contribuya en las tareas de investigación, extensión y docencia que se desarrollan institucionalmente. El área está conformada por un equipo de profesionales de la geografía que se desempeñan como docentes investigadores en el ámbito del departamento de geografía de la FaHCE y del CIG (IdIHCS UNLP), por lo que constituye también un espacio formativo articulado con carreras afines de la facultad mediante la incorporación de estudiantes avanzados a través de las figuras de practicantes, becaries y técnicos, entre otras.

El Área desarrolla una multiplicidad de tareas que pueden agruparse en cinco ámbitos específicos:

- Asesoramiento: asesoramiento metodológico a las actividades de investigación de los equipos, investigadores y becaries del IdIHCS y la FaHCE; así como de otros ámbitos públicos y privados, en los aspectos relacionados con la información geoespacial, el análisis espacial y las tecnologías de la información geográfica.

- Capacitación: capacitación formal a través del dictado de cursos, seminarios, talleres y otras modalidades orientadas a desarrollar capacidades técnico metodológicas específicas.

- Implementaciones tecnológicas: diseño, implementación y gestión de bases de datos geoespaciales que permitan el análisis y la visualización de información geográfi-

ca relevante en diversos estándares tecnológicos.

• Publicación de visualizadores de mapas web que permitan la consulta y el acceso a información geográfica relevante.

• Desarrollo de una Infraestructura de Datos Espaciales institucional bajo estándares de interoperabilidad de geoservicios de acuerdo a normas nacionales e internacionales.

• Informes técnicos.

• Elaboración de sistemas de información geográfica, cartografía temática, diagnósticos territoriales y líneas de base en el marco de informes técnicos para diversos ámbitos de aplicación tales como diseño de política territoriales, evaluaciones de impacto ambiental, planes de ordenamiento y gestión territorial, estudios de locación y redes, entre otros.

• Formación de recursos humanos: acompañamiento y tutoría de estudiantes avanzados que desarrollen prácticas profesionales, y/o de investigación.

La consolidación de las TIG como metaherramientas en el contexto de una sociedad de la información ha reconfigurado la práctica profesional, investigativa y pedagógica de la geografía. En este marco, la creación del Área de Tecnologías de la Información Geográfica y Análisis Espacial (TIGyAE) en el CIG-FaHCE (UNLP) constituye una apuesta institucional por fortalecer el desarrollo, aplicación y transferencia de saberes técnicos-metodológicos en torno al análisis espacial. El área tiene como objetivos: 1. Ofrecer servicios, capacitación y asesoramiento en el ámbito de la tecnología de la información geográfica y el análisis espacial a equipos de investigación - extensión, cooperativas y organizaciones públicas y privadas. 2. Contribuir al diseño y desarrollo de proyectos de investigación, extensión y formación de recursos humanos que apliquen tecnologías de la información geográfica y geomática en diversos campos del conocimiento.

El presente trabajo tiene por objetivo dar cuenta de los fundamentos teóricos e institucionales de su creación, presentar las principales líneas de acción desarrolladas desde su conformación y señalar los aportes realizados en articulación con otros actores universitarios y extra-universitarios. Se trata de visibilizar un proceso de institucionalización que responde a una doble necesidad: por un lado, recuperar y actualizar un acervo disciplinar vinculado al análisis espacial; por otro, ofrecer respuestas concretas a demandas territoriales crecientes que requieren herramientas geotecnológicas y capacidades instaladas.

RESULTADOS

A poco más de un año de creación, los resultados alcanzados pueden agruparse en cinco dimensiones como se observa en la Figura 1 de acuerdo a los objetivos del área.

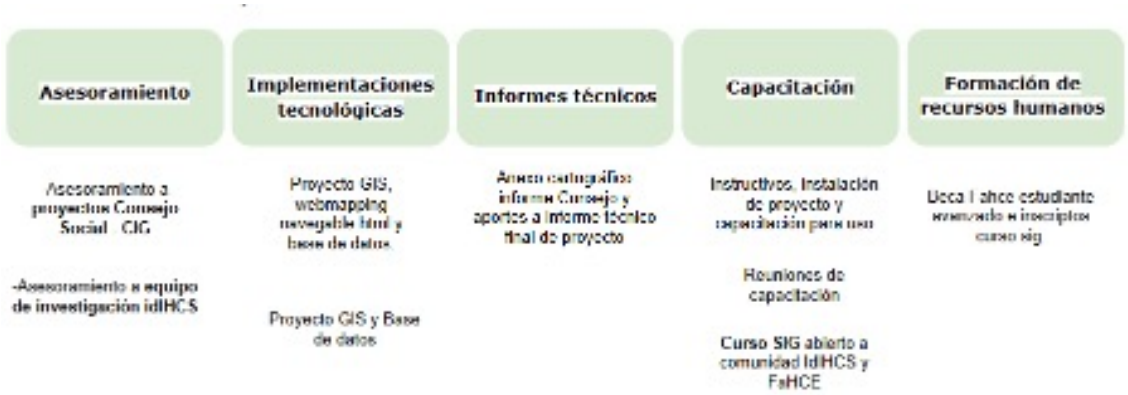


Figura 1. Tareas y productos realizados por el área a un año de su creación
Fuente: elaboración propia. Año 2024.

En el marco de todas esas actividades y resultados logrados, para esta ponencia se ha seleccionado una experiencia que a continuación se expone brevemente: *Proyecto institucional UNLP-CONICET-MINCyT Elaboración, disponibilidad, acceso y consumo de alimentos en barrios populares del Gran La Plata* (C44 - CONVE-2021-75768331, https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/library?a=d&c=libros&d=Jpm6743).

En el marco de este proyecto, al área TIGyAE aportó la elaboración del informe técnico Anexo Cartográfico que sintetiza los aportes y productos elaborados en el marco del proyecto.

El documento constituye un complemento del informe final del proyecto en el cual se inscribe. Se procura sistematizar los principales productos desarrollados vinculados a la producción cartográfica que espacializa las variables e indicadores trabajados en dicho marco.

Las tareas desarrolladas se inscriben en el objetivo general del proyecto

> *Analizar las dimensiones espaciales, socioeconómicas y las prácticas de la elaboración, disponibilidad, acceso y consumo de alimentos en Sitios de Distribución de Alimentos (SDA) y hogares de barrios populares de Gran La Plata*

y se vincula especialmente con el segundo objetivo específico

> *Realizar un diagnóstico territorial de barrios populares de Gran La Plata que permita visualizar las dimensiones de la problemática objeto del presente proyecto en un SIG*

para el cual se planteó la organización de un SIG y elaboración y análisis de cartografía de diagnóstico territorial cuyos resultados se comparten en este escrito.

MÉTODOS Y FUENTES UTILIZADOS

El trabajo se basa en una estrategia metodológica de triangulación, cuantitativa, cualitativa y documental basada en información geoespacial con el uso de software QGIS.

La metodología de trabajo consistió en primer lugar en el análisis documental de las fuentes disponibles, diagnóstico de las características salientes de las bases de datos primarias elaboradas en el desarrollo del proyecto, evaluación de información complementaria necesaria para el análisis espacial, análisis integral del proyecto para establecer las características del proyecto SIG necesario para responder a la demanda y contribuir con los productos cartográficos necesarios.

Las principales herramientas utilizadas son el software de código abierto QGIS en su versiones 3.24 y 3.28, plugins de complemento tales como qgis2web y software para la gestión de bases de datos alfanuméricas tales como SPSS y Excel.

Las principales tareas desarrolladas por el equipo consistieron en:

- Análisis integral del proyecto
- Diseño general del proyecto SIG
- Digitalización vectorial de información geoespacial
- Corrección, normalización y codificación de bases de datos alfanuméricas
- Vinculación de bases de datos alfanuméricas con bases de datos geoespaciales
- Elaboración de cartografía temática (mapeo analítico de variables)
- Elaboración de cartografía de correlación (cruce de variables)
- Elaboración de cartografía de síntesis
- Elaboración de mapa dinámico navegable en formato Html
- Desarrollo de instancias de capacitación y transferencia del producto (proyecto SIG) e instructivo para el uso del producto html.

A continuación se presentan a título ilustrativo algunos de los resultados gráficos y cartográficos del proyecto:

Documentos cartográficos centrales del proyecto presentados en plenario de Consejo Social UNLP, llevado a cabo el 26/9/23 (Figura 2); mapeos de variables de PUPPAs (pequeñas unidades productivas de alimentos artesanales) (Figura 3); mapeo de variables de SDA (Sitios de Distribución de alimentos) (Figura 4); mapeo de variables de encuestas de Relevamiento Rural (Figura 5); mapa dinámico síntesis en formato navegable HTML (*HyperText Markup Language*) (Figura 6).

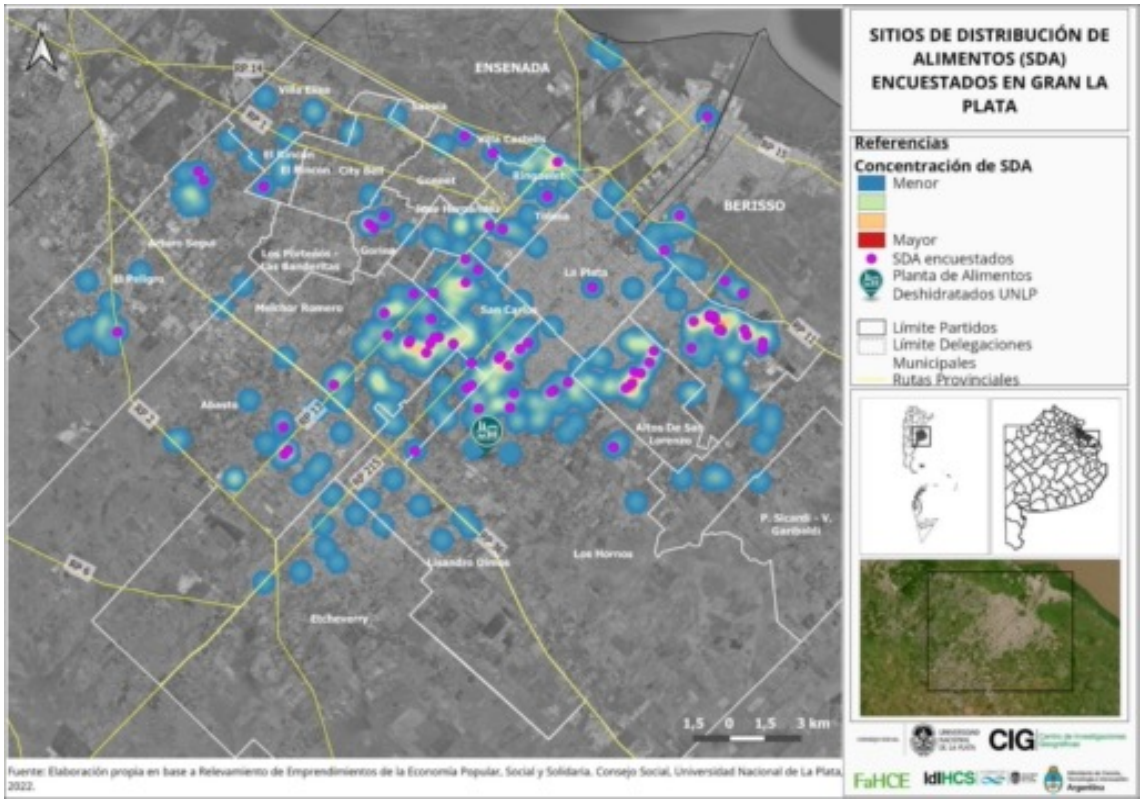


Figura 2. SDA encuestados en Gran la Plata
Fuente: elaboración propia. Año 2024.

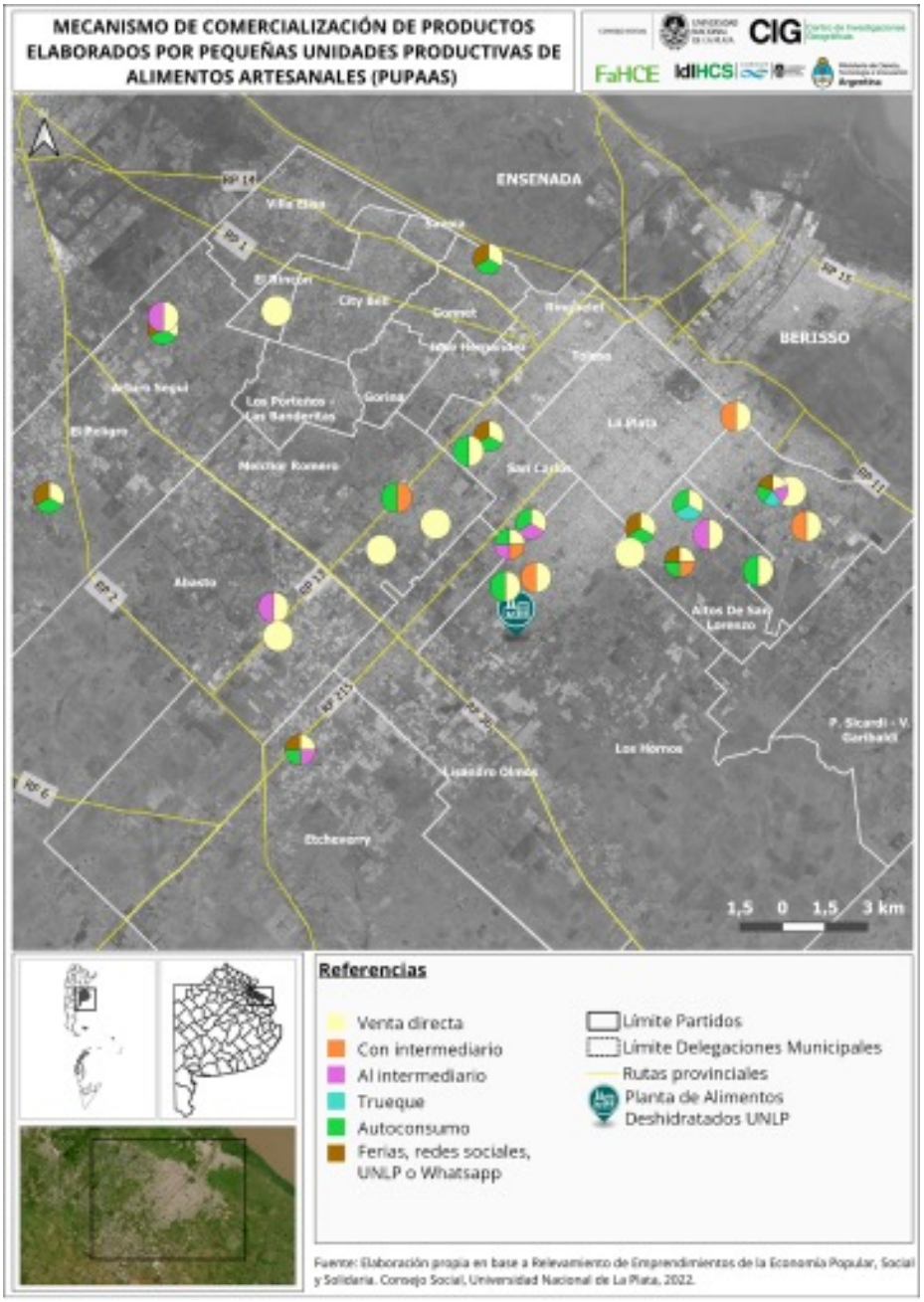


Figura 3. Mecanismos de comercialización
Fuente: elaboración propia. Año 2024.

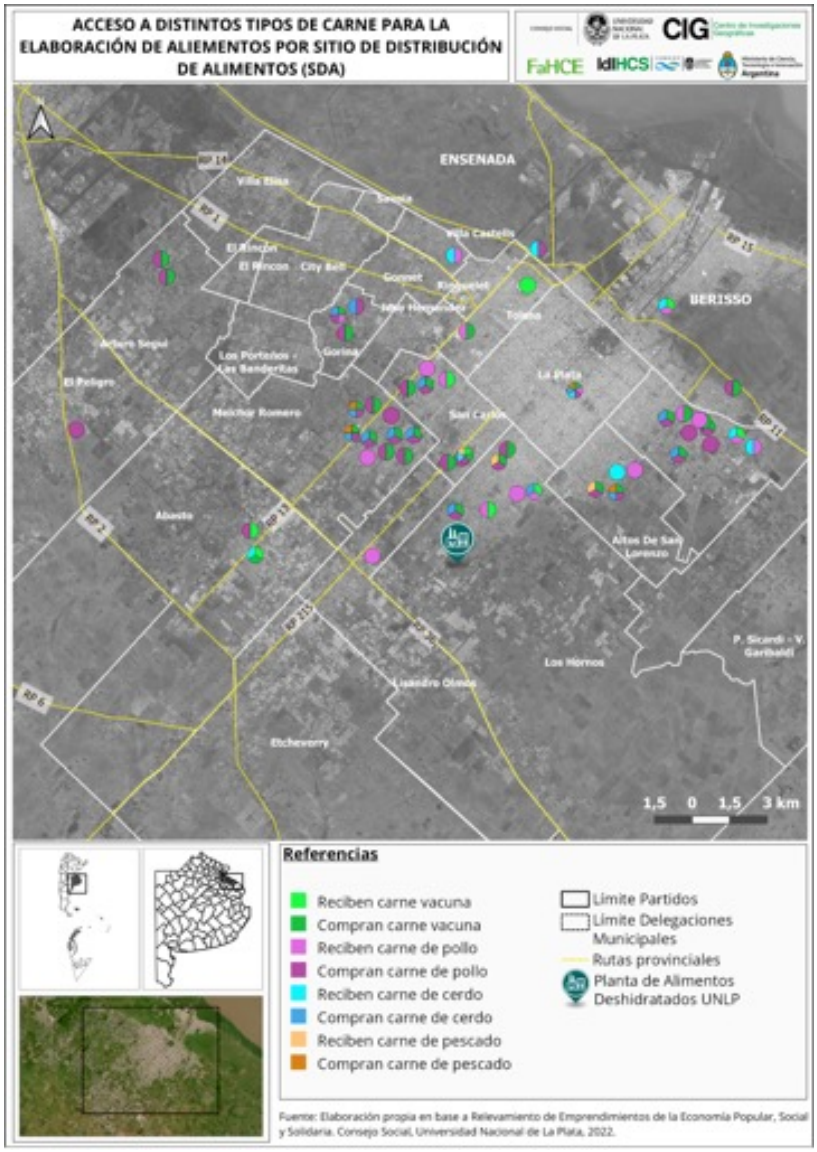


Figura 4. acceso a carne para elaboración de alimentos por SDA
Fuente: elaboración propia. Año 2024.

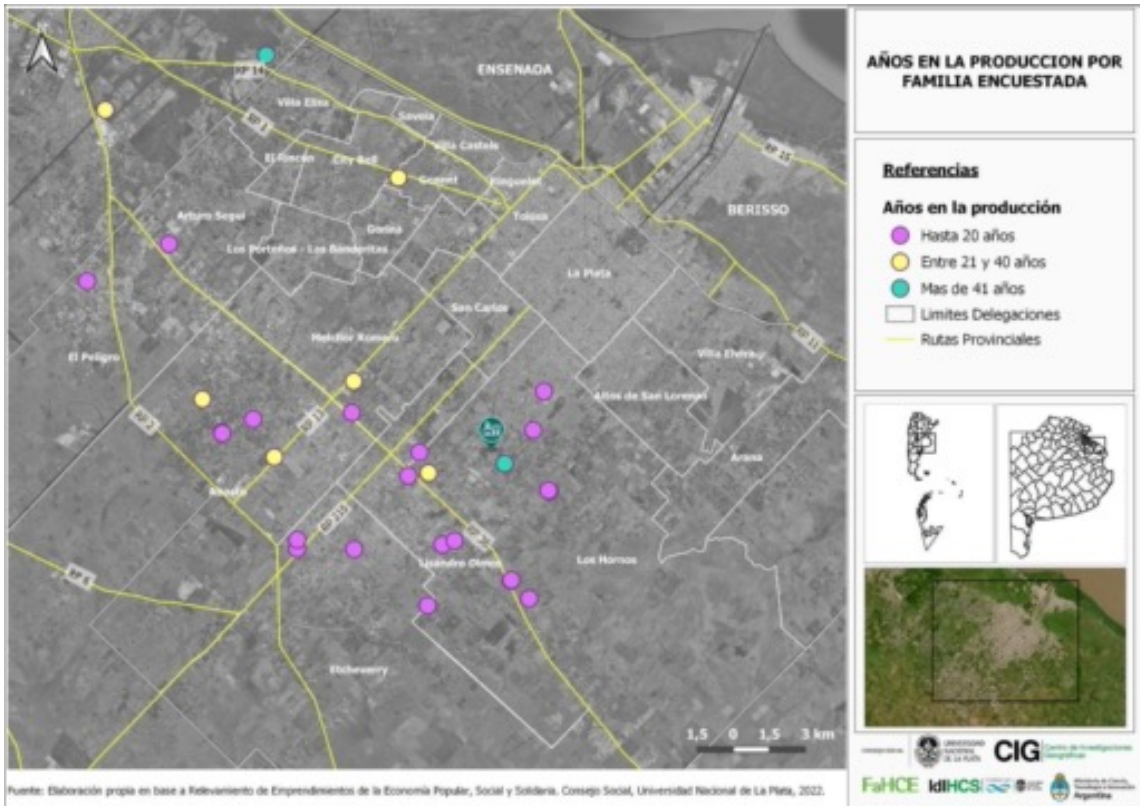


Figura 5. Años en la producción por familia encuestada
Fuente: elaboración propia. Año 2024.



Figura 6. Mapa dinámico html
Fuente: elaboración propia. Año 2024.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La institucionalización del Área de Tecnologías de la Información Geográfica y Análisis Espacial constituye una apuesta estratégica por consolidar capacidades técnico-metodológicas en el campo geográfico, particularmente en un contexto de creciente demanda social e institucional por herramientas de diagnóstico y planificación con anclaje territorial. En su primer año de funcionamiento, el área no solo logró articularse con iniciativas de investigación y extensión preexistentes, sino que también propició la creación de nuevos dispositivos de intervención y formación.

Uno de los principales aportes del área reside en su capacidad de producir información geográfica accesible, interoperable y técnicamente robusta, que permite fortalecer el vínculo entre el conocimiento académico y las políticas públicas. En este sentido, las experiencias desarrolladas en articulación con el Consejo Social de la universidad, así como con equipos de investigación del instituto de humanidades, evidencian un camino fecundo de cooperación técnica situada. La producción de SIG, la normalización de bases de datos, la elaboración de cartografía temática, la puesta a disposición de visualizadores en línea y formularios de recolección georreferenciada de datos son pruebas concretas de este aporte.

Asimismo, el área se posiciona como un espacio formativo de referencia. La realización de cursos abiertos, la producción de materiales didácticos y la incorporación de estudiantes como becarios, pasantes y practicantes refuerzan su carácter pedagógico y multiplicador.

Sin embargo, este proceso también expone limitaciones. Entre ellas, cabe señalar la necesidad de recursos financieros estables, el fortalecimiento del equipo técnico permanente, y la formalización de convenios con organismos estatales y sociales que potencien el impacto territorial del área. El enfoque geotecnológico adoptado ha resultado eficaz para articular herramientas tecnológicas con problemáticas territoriales concretas. No obstante, subsisten desafíos asociados al financiamiento, la consolidación de una planta técnica estable y la formalización de convenios que permitan escalar los impactos alcanzados y desarrollar estándares para la gestión de información geoespacial acordes a las normas nacionales e internacionales en la elaboración de una IDE institucional (Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina. Grupo de Trabajo Marco Institucional, 2018)

A futuro, uno de los principales desafíos será articular este dispositivo con las trayectorias formativas específicas en tecnologías de la información geográfica en el ámbito universitario (nueva carrera de Tecnicatura universitaria en Análisis espacial y tecnologías de la información geográfica en FaHCE UNLP) proyectando líneas de investigación aplicada, transferencia tecnológica y asistencia a políticas públicas desde un enfoque crítico, participativo y multiescalar.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a autoridades de FaHCE UNLP y Centro de Investigaciones Geográficas por su apoyo institucional, a los equipos del Consejo Social UNLP y del IdIHCS por su colaboración permanente, y al conjunto de profesionales y becarios que integran con compromiso los distintos proyectos desarrollados por el Área TIGyAE.

REFERENCIAS

BUZAI, G. D. (2001). Paradigma Geotecnológico, Geografía Global y CiberGeografía, la gran explosión de un universo digital en expansión. GeoFocus. *Revista Internacional De Ciencia Y Tecnología De La Información Geográfica*, (1), 24-48. https://www.geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/313

CASTELLS, M. (1998). La sociedad red (1ra. Ed., Vol. I). En M. Castells, *La era de la información: Economía, sociedad y cultura*. Alianza Editorial.

FOUCAULT, M. (1986). Of Other Spaces (J. Miskowiec, Trad.). *Diacritics*, 16(1), 22. https://doi.org/10.2307/464648

HARVEY, D. (2007). *Espacios del capital: Hacia una geografía crítica* (C. Piña, Trad.). Akal.

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. GRUPO DE TRABAJO MARCO INSTITUCIONAL. (2018). *Recomendaciones para la creación de un Nodo IDE Universitario u Organismo Científico*. Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/documentos/guias/GTAyC_RecomNodoUniversitariouOrgCientifico.pdf

LINARES, S., MELIÉNDREZ, M., MILÍA, S. & ROSSO, I. (2009). Sistemas de Ayuda a la Decisión Espacial (SADE) en políticas sociales. Una propuesta orientada a la asignación de recursos. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 1, 62-80. On-line: http://ri.unlu.edu.ar/xmlui/handle/rediunlu/694

MORENO JIMÉNEZ, A. (2010). GeoFocus: Diez años en el camino hacia la sociedad de la geoinformación. *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, (10), 1-6. https://www.geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/188

MORENO JIMÉNEZ, A. (2015). Singularidades gnoseológicas de la praxis geotecnológica en la ciencia geográfica. En *Geografía, geotecnología y análisis espacial: tendencias, métodos y aplicaciones* (pp. 17-30). Editorial Triángulo. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5205670

SASSEN, S. (1991). *The Global City: New York, London, Tokyo*. Princeton University Press.

SILVER, M. S. (1991). Decisional guidance for Computer-Based Secision Support. *MIS Quarterly*, 15(1), 105–122. https://doi.org/10.2307/249441

SOJA, E. W. (1996). *Thirdspace: Journeys to Los Angeles and other real-and-imagined places*. Blackwell.

TURBAN, E. (1995). *Decision Support and Expert Systems: Management Support Systems* (4ta. Ed.). Prentice Hall.

Propuesta de implementación de una Infraestructura de Datos Espaciales para la Universidad Nacional de Rosario

Proposal for the Implementation of a Spatial Data Infrastructure at the Universidad Nacional de Rosario

Proposta de implementação de uma Infraestrutura de Dados Espaciais na Universidad Nacional de Rosario

Laura Rita Balparda[*1,3], *Diego Luciano Mestre*[2,3], *Ramiro Ignacio Mata*[3], *Diego Alejandro Germán López*[1,3], *María Alejandra Barrera*[3], *Agustín Ibars*[3], *Rosa Laura Moses*[4], *Sabina Fanelli*[5], *María Cecilia Torralba*[1,3], *Paola Bongiovani*[6,7], *María Cristina Pacino*[3], *Raúl Luis Paradela*[2], *Ana Casali*[8], *Fernando Roda*[9], *Marcela Elizabeth Montivero*[10], *Elena Gabriela Chicaiza Mora*[11], *Cristian Ignacio Bevacqua*[10]

1 Área de Sensores Remotos (ASR), Escuela de Agrimensura (EA), Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Universidad Nacional de Rosario (UNR). 2 Escuela de Agrimensura (EA), FCEIA-UNR. 3 Especialidad en Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), Escuela de Posgrado y Educación Continua (EPEC), FCEIA-UNR. 4 Ente de Coordinación Metropolitana Rosario (ECOM Rosario). 5 Escuela de Ingeniería Civil (EIC), FCEIA-UNR. 6 Centro de Estudios Interdisciplinarios en Bibliotecología y Ciencias de la Información (CEIBCi), Instituto de Investigaciones Dr. Adolfo Prieto (IIAP), Facultad de Humanidades y Artes (FHyA) (UNR). 7 Unidad de Gestión de Acceso Abierto, Comité de Acceso Abierto (UNR). 8 Departamento de Ciencias de la Computación, Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, FCEIA-UNR. 9 Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONICET) - Instituto de Altos Estudios Mario Gulich (IG), Comisión Nacional de Actividades Espaciales de la República Argentina (CONAE) y Universidad Nacional de Córdoba (UNC). 10 Facultad de Tecnologías y Ciencias Aplicadas (FTyCA), Universidad Nacional de Catamarca (UNCa). 11 Instituto de Altos Estudios Nacionales, Ecuador.
**: balparda@fceia.unr.edu.ar*

Resumen: En el ámbito académico, las Infraestructuras de Datos Espaciales desempeñan un rol fundamental en la gestión eficiente y el aprovechamiento de la información geoespacial generada en actividades de docencia, investigación, vinculación, extensión y gestión universitaria. Bajo esta premisa, el presente trabajo propone la implementación de una infraestructura en el marco de la Ciencia Abierta en la Universidad Nacional de Rosario, mostrando su utilidad a través de dos casos de estudio: huella urbana y caminos rurales. Se busca optimizar la gestión de la información geoespacial universitaria, desarrollar un sistema de vinculación con el Repositorio de Datos Académicos, diseñar un instrumento normativo para evaluar la calidad de los datos según estándares internacionales, facilitar el cálculo de indicadores para los Objetivos de Desarrollo Sostenible y contribuir al desarrollo territorial sostenible en la provincia de Santa Fe, Argentina. La metodología propuesta se estructura en etapas que incluyen: análisis de necesidades, desarrollo tecnológico, evaluación de la calidad de los datos, construcción de casos piloto y diseño de un plan de comunicación. Los principales resultados se presentan en función de los métodos establecidos y las actividades a realizar, los lineamientos generales en la planificación, la definición de resultados esperados y en la presentación de hallazgos preliminares. Esta propuesta constituye un desafío y una oportunidad única para liderar el desarrollo de una infraestructura de gestión de información geoespacial en el ámbito universitario argentino, aportando datos y metodologías que contribuyan al monitoreo de las metas de la Agenda 2030 de Naciones Unidas.

Palabras clave: *infraestructura de datos espaciales institucional, datos abiertos, universidad, huella urbana, caminos rurales.*

Abstract: Within the academic sphere, Spatial Data Infrastructures (SDIs) play a fundamental role in the efficient management and utilization of geospatial information generated through teaching, research, outreach, extension, and university administration activities. Based on this premise, the present paper proposes the implementation of an SDI within the framework of Open Science at the National University of Rosario, demonstrating its potential through two case studies: urban footprint and rural roads. The initiative aims to optimize the management of the university's geospatial information, develop a linkage system with the Academic Data Repository, design a regulatory instrument to assess data quality according to international standards, facilitate the calculation of indicators related to the Sustainable Development Goals (SDGs), and contribute to sustainable territorial development in the province of Santa Fe, Argentina.
The proposed methodology is structured into stages that include needs assessment, technological development, data quality evaluation, pilot case construction, and communication planning. The main results are presented according to the established methods and activities, outlining ge-

neral planning guidelines, expected outcomes, and preliminary findings. This proposal represents both a challenge and a unique opportunity to lead the development of a geospatial information management infrastructure within the Argentine university system, contributing data and methodologies that support the monitoring of the United Nations 2030 Agenda targets.

Keywords: *Institutional Spatial Data Infrastructure, open data, university, urban footprint, rural roads.*

Resumo: No âmbito acadêmico, as Infraestruturas de Dados Espaciais (IDEs) desempenham um papel essencial na gestão eficiente e no aproveitamento das informações geoespaciais geradas nas atividades de ensino, pesquisa, extensão, cooperação e gestão universitária. Com base nesse princípio, o presente trabalho propõe a implementação de uma infraestrutura no contexto da Ciência Aberta na Universidade Nacional de Rosario, demonstrando sua utilidade por meio de dois estudos de caso: pegada urbana e estradas rurais. O objetivo é otimizar a gestão da informação geoespacial universitária, desenvolver um sistema de integração com o Repositório de Dados Acadêmicos, elaborar um instrumento normativo para avaliar a qualidade dos dados conforme padrões internacionais, facilitar o cálculo de indicadores dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e contribuir para o desenvolvimento territorial sustentável na província de Santa Fe, Argentina.
A metodologia proposta está estruturada em etapas que incluem: análise de necessidades, desenvolvimento tecnológico, avaliação da qualidade dos dados, construção de casos piloto e elaboração de um plano de comunicação. Os principais resultados são apresentados conforme os métodos e atividades definidos, incluindo diretrizes gerais de planejamento, definição de resultados esperados e apresentação de achados preliminares. Esta proposta representa um desafio e, ao mesmo tempo, uma oportunidade singular para liderar o desenvolvimento de uma infraestrutura de gestão de informações geoespaciais no âmbito universitário argentino, oferecendo dados e metodologias que contribuam para o monitoramento das metas da Agenda 2030 das Nações Unidas.

Palavras-chave: *Infraestrutura de Dados Espaciais institucional, dados abertos, universidade, pegada urbana, estradas rurais.*

INTRODUCCIÓN

El Comité de Expertos sobre Gestión de la Información Geoespacial a nivel Global de las Naciones Unidas (*United Nations Global Geospatial Information Management* [UN-GGIM]) recomienda que la información geoespacial (IG) sea reconocida y aceptada globalmente como un tipo de dato oficial a utilizar en la obtención de indicadores

para medir el grado de cumplimiento de las metas establecidas en cada uno de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2022). En este contexto, la IG se define como los objetos y capas de datos geográficos georreferenciados, juntos con sus atributos y relaciones espaciales (Instituto Geográfico Nacional [IGN], s.f.).

Prácticamente todos los ODS dependen estrechamente de la ubicación geográfica, motivo por el cual resulta necesario generar y utilizar información geoespacial confiable que permita comprender con precisión los fenómenos en el territorio y facilite la toma de decisiones informadas a nivel local, regional y global. Para una gestión eficiente de la misma, es necesario desarrollar infraestructuras digitales que integren la IG con estadísticas oficiales, optimicen su accesibilidad e interoperabilidad y promuevan su reutilización (ONU, 2022).

Entre los recursos tecnológicos, las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) son esenciales para la gestión eficiente y aprovechamiento de la IG, ya que integran tecnologías, políticas, recursos y procedimientos estandarizados para fomentar la cooperación interinstitucional y las políticas de Ciencia Abierta. Las IDE facilitan el acceso, visualización, análisis, procesamiento y descarga de IG a través de Internet, beneficiando a usuarios de sectores públicos, privados, académicos y ciudadanía en general (Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina [IDERA], 2019).

En agosto de 2022 la Universidad Nacional de Rosario (UNR) habilitó el Repositorio de Datos Académicos (RDA-UNR), en el marco de la Política Institucional de Acceso Abierto[1], basado en *Dataverse* de la Universidad de Harvard. El Repositorio cumple con los principios FAIR (*Findable, Accessible, Interoperable, Reusable*) y la Ley 26.899/13 de Argentina que promueve el acceso abierto a datos de investigación obtenidos en proyectos financiados por el Estado Nacional (Wilkinson et al., 2016).

Sin embargo, el Repositorio presenta limitaciones en la gestión de la información geoespacial. Por un lado, carece de métodos de indexación espacial que permitan localizar datasets por su geoposicionamiento, algo clave para localizar datos de interés. Lo mismo ocurre con otros metadatos útiles para la búsqueda de IG como la resolución, el nivel de procesamiento (L0-L4), entre otros. Todo esto atenta con la propiedad *Findable* mencionada anteriormente. Por otro lado, si bien *Dataverse* otorga acceso a los datos mediante su descarga y posterior procesamiento, este no es el método más eficiente para el trabajo con datos geoespaciales. Resulta más conveniente hacerlo mediante servicios web específicos (ej. WMS, WFS, entre otros) desde, por ejemplo, aplicaciones de sistemas de información geográfica de escritorio que permiten una rápida visualización; asegurando además el dato más actualizado disponible en el servidor de origen.

Esta situación pone en evidencia la necesidad de complementar el repositorio RDA-UNR con una IDE universitaria para optimizar la visualización, el análisis, el procesa-

1 Resolución 5425 de 2017 [Universidad Nacional de Rosario]. Política Institucional de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Rosario. 28 de diciembre de 2017.

miento y la reutilización de la información geoespacial. Al mismo tiempo, esto plantea el desafío de evitar la duplicación o fragmentación de datos, requiriendo un enfoque interdisciplinario para integrar ambos sistemas de manera eficiente y garantizar su interoperabilidad (Balparda et al., 2025).

En la UNR, a partir de un relevamiento previo, se tiene información de la existencia de 11 áreas universitarias (institutos, escuelas, departamentos y otras) que generan o utilizan información geoespacial en actividades de docencia, investigación, extensión, vinculación y gestión. Sin embargo, solo dos áreas han publicado un total de tres conjuntos de datos en el RDA-UNR, evidenciando la necesidad de promover una mayor participación en la gestión y publicación de datos geoespaciales (Balparda et al., 2025).

Desde el año 2021, la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) perteneciente a la UNR comenzó con el desarrollo de implementación de una IDE universitaria en un contexto de trabajo interdisciplinario, con la participación de docentes y estudiantes de la Especialización en Infraestructura de Datos Espaciales, carrera de la Escuela de Posgrado y Educación Continua (EPEC-FCEIA-UNR), coordinados por el Área de Sensores Remotos (ASR) dependiente de la Escuela de Agrimensura (EA) perteneciente a la FCEIA-UNR. El esfuerzo realizado ha sentado las bases para una IDE adaptada a las necesidades de la comunidad universitaria.

La propuesta de implementación de una IDE se inscribe en el marco del ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura), el cual enfatiza la importancia de promover el desarrollo de infraestructuras resilientes, sostenibles y de calidad, así como el impulso a la innovación tecnológica como motor del crecimiento inclusivo y sostenible; así como también del ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles), donde los esfuerzos deben centrarse en aplicar políticas y prácticas de desarrollo urbano inclusivo, resiliente y sostenible que den prioridad al acceso a los servicios básicos, a la vivienda, al transporte eficiente y a los espacios verdes para todos.

La disponibilidad y accesibilidad de información geoespacial confiable es clave para alcanzar estos objetivos. En este contexto, la implementación de una IDE en la UNR busca garantizar una gestión eficiente de la IG universitaria vinculada al repositorio de datos académicos existente e inicialmente, facilitar el acceso a datos confiables obtenidos en dos casos de estudio: el primero sobre identificación de la huella urbana (Área Metropolitana de Rosario), información útil para alcanzar el ODS 11 y el segundo sobre diseño metodológico y estimación del indicador ODS 9.1.1 referido a caminos rurales (Distrito Villa Amelia), en Santa Fe, Argentina.

Esta propuesta representa una oportunidad única para la UNR de liderar el desarrollo de una infraestructura de datos geoespaciales en el ámbito universitario, contribuyendo de manera significativa al cálculo de indicadores para el monitoreo de las metas de los ODS y al desarrollo sostenible local y regional. Se espera que esta infraestructura digital no solo beneficie al sector académico, sino que también fomente la innovación en los sectores público y privado del territorio de la provincia de Santa Fe, generando sinergias en el territorio entre los diferentes actores de la comunidad, que posibiliten una planificación más eficiente, la protección del medio ambiente y una toma de decisiones fundamentada en datos confiables.

El presente artículo tiene por objetivo presentar una propuesta de implementación de la IDE para la UNR, en función de los siguientes componentes estructurales: objetivos de la propuesta, métodos y fuentes a utilizar, lineamientos generales de la propuesta de implementación vinculados a la fase de planificación y resultados esperados. Por último, se exponen los hallazgos preliminares como parte del desarrollo de la propuesta.

OBJETIVOS DE LA PROPUESTA

Objetivo general

Implementar una IDE en el marco de la Ciencia Abierta de la UNR para optimizar la gestión de la información geoespacial académica, facilitar el cálculo de indicadores para los ODS y contribuir al desarrollo territorial sostenible en la provincia de Santa Fe, Argentina.

Objetivos específicos

1) Identificar las áreas de la UNR que generan y/o usan información geoespacial, de manera tal que permita definir los alcances de la implementación.

2) Implementar una IDE-UNR para la gestión de la información geoespacial.

3) Desarrollar un sistema para vincular los datos geoespaciales almacenados en la IDE-UNR con el Repositorio de Datos Académicos (UNR).

4) Diseñar un instrumento normativo para evaluar la calidad de la información geoespacial conforme a estándares y normas internacionales.

5) Generar información geoespacial que cumple con estándares y que se relacionan con dos casos de estudio alineados con los ODS, que serán de utilidad para validar la plataforma, la metodología y mostrar el valor de los datos en un entorno de trabajo IDE:

a) Caso huella urbana (Área Metropolitana de Rosario, Santa Fe, Argentina, años 2001, 2010 y 2022), y

b) Caso caminos rurales (Distrito Villa Amelia, Santa Fe, Argentina, año 2025); incluyendo el diseño metodológico para la actualización de la cartografía digital, determinación de la transitabilidad de los caminos rurales y estimación de la proporción de la población rural que vive a menos de 2 km de una carretera transitable todo el año.

6) Definir e implementar un plan de comunicación para sensibilizar y difundir la IDE-UNR y el RDA-UNR, así como también la información geoespacial obtenida en esta propuesta.

MÉTODOS Y FUENTES A UTILIZAR

El diseño metodológico propuesto para la implementación de IDE-UNR comprende un proceso en etapas, cada una de las cuales involucra herramientas y técnicas propias.

Así, en la primera etapa, se propone llevar a cabo un análisis de necesidades de carácter cualitativo, basado en el diseño de una estrategia dirigida a identificar áreas y docentes-investigadores que generan y/o utilizan IG en sus investigaciones. A tales fines, se propone la recolección de datos a través de encuestas dirigidas a docentes-investigadores de la UNR, entrevistas a referentes clave y la búsqueda activa en fuentes secundarias, como registros institucionales, publicaciones en jornadas académicas y repositorios de la UNR, entre otras.

En una segunda etapa, a los fines de dejar operativa una IDE universitaria se plantea recurrir a herramientas técnicas de desarrollo de software, de gestión institucional y formación, a saber:

a) diseño y configuración de infraestructura tecnológica que posibilite definir la arquitectura cliente-servidor, dimensionar recursos, instalar y configurar *software* específico,

b) adopción de estándares y validación de especificaciones que permitirán diseñar estrategias institucionales, realizar pruebas piloto y formalizar normas de funcionamiento,

c) diseño e implementación de perfiles de metadatos, conforme a las especificaciones seleccionadas,

d) gestión institucional que habilite a definir protocolos de uso, formalizar procedimientos y generar marcos de trabajo dentro de la organización,

e) formación y transferencia de conocimientos dirigida a docentes-investigadores y estudiantes,

f) análisis, diseño y desarrollo de aplicaciones geoespaciales, y

g) gestión de la IG, incluyendo planificación, capacitación y procedimientos para el almacenamiento estructurado de *datasets* geográficos.

En una tercera etapa, orientada al desarrollo de un sistema para vincular la IDE universitaria con el RDA-UNR, el diseño metodológico se centra en las siguientes áreas de trabajo:

a) análisis de requisitos y factibilidad,

b) gestión de recursos humanos en proyectos de tecnologías de la información y la comunicación,

c) diseño de arquitectura de sistemas,

d) desarrollo de *software*,

e) pruebas de sistemas informáticos,

f) implementación y monitoreo de sistemas, y

g) documentación técnica y planificación de mejoras.

En la siguiente etapa y con el objetivo de diseñar un instrumento normativo para evaluar la calidad de la IG conforme a estándares y normas internacionales se proyecta llevar a cabo una capacitación y sensibilización dirigida a productores y usuarios de IG junto con una revisión bibliográfica y análisis documental que permitan un estudio y definición de:

a) los requisitos de calidad,

b) el diseño técnico-normativo,

c) los procedimientos de evaluación de calidad de la IG y por último,

d) la elaboración de documentación técnica.

Respecto a la construcción de los casos piloto, la metodología varía para cada uno de ellos debido a que los objetivos de estudio y la naturaleza de los datos son diferentes.

Para el primer caso de estudio (identificación de huella urbana) la propuesta de trabajo comprende revisión bibliográfica, gestión para la adquisición de datos satelitales, relevamiento de datos de campo, procesamiento de imágenes satelitales, análisis espacial y estadístico, evaluación de calidad y elaboración de documentación técnica y comunicación de resultados. En este caso, inicialmente se prevé utilizar como fuente de datos: a) las imágenes captadas por los sensores a bordo de los satélites COSMO-SkyMed, SAOCOM 1 A/B, Pléiades y SPOT, b) datos de coordenadas captados por receptores del Sistema Global de Navegación por Satélite (*Global Navigation Satellite System* [GNSS]) o puntos de control en terreno (*Ground Control Point* [GCP]) para georreferenciar imágenes satelitales, y c) datos sobre tipos de edificaciones en sitios testigos a usar en la fase de clasificación de las imágenes satelitales.

De igual modo, para el segundo caso de estudio vinculado a la temática de caminos rurales (CR), se propone implementar: una revisión bibliográfica, un diseño metodológico para actualizar la cartografía sobre caminos rurales y estimación de la población rural usando teledetección, diseño metodológico para determinar transitabilidad, trabajo de campo para realizar relevamientos ad-hoc y validar datos obtenidos en gabinete, análisis geoespacial de IG utilizando Sistemas de Información Geográfica, talleres participativos como recurso a utilizar en el relevamiento de información local en relación a la población rural y por último difusión-publicación de la metodología desarrollada y de los resultados alcanzados.

En esta etapa se plantea utilizar:

a) datos disponibles en la Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Santa Fe (IDESF) sobre CR,

b) GCP relevados con GNSS,

c) datos obtenidos en el relevamiento en campo con instrumental específico para determinar transitabilidad de un camino,

d) imágenes satelitales ópticas y de radar, tales como COSMO-SkyMed, Pléiades, SAOCOM 1 A/B y SPOT, y

e) datos del Censo de Población, Hogares y Vivienda 2022 (INDEC), así como también datos relevados en talleres participativos.

Finalmente, como estrategia del plan de comunicación se propone:

a) un análisis de situación para identificar y definir necesidades de comunicación,

b) una segmentación de públicos,

c) una implementación operativa, y

d) un monitoreo y evaluación del impacto y efectividad del plan de comunicación.

LINEAMIENTOS GENERALES

A continuación, se presentan una serie de lineamientos generales correspondientes a la etapa de planificación para la implementación de la IDE universitaria. Estos fueron elaborados con el propósito de establecer el posible impacto social, definir el enfoque de trabajo incorporando la perspectiva de género, subrayar la importancia de un plan estratégico de comunicación, asegurar la sostenibilidad de la propuesta tras la fase de implementación, organizar las actividades a realizar en cada etapa junto con sus respectivos plazos, y realizar una estimación preliminar de los costos asociados a la implementación de una IDE en el ámbito universitario.

Identificación del impacto social

En líneas generales, una IDE tiene un impacto positivo relevante en el desarrollo del conocimiento del territorio y su comunidad, ya que permite optimizar la gestión de la IG y facilita la toma de decisiones basadas en datos, en áreas tales como: medioambiente y cambio climático, planificación urbana, gestión de riesgos y desastres, agricultura y seguridad alimentaria, salud pública, transporte, recursos naturales, educación, seguridad, turismo, entre otras.

La implementación de una IDE en la UNR tendrá un impacto social significativo favorable con múltiples beneficios.

- Permitirá democratizar el conocimiento y el acceso a la IG, tanto para estudiantes, docentes e investigadores que usan datos geoespaciales en sus estudios y proyectos, como en instituciones u organismos que requieren usar IG para la planificación y gestión.

• Facilitará la vinculación con diversos actores de la sociedad con el propósito de generar sinergia territorial para abordar problemáticas locales y regionales, ya sea para usar la IG disponible como los recursos y capacidades de la IDE.

En el primer caso de estudio, la IG sobre huella urbana del Área Metropolitana de Rosario (Santa Fe, Argentina) en los años 2001, 2010 y 2022, se podrá utilizar para construir indicadores ODS correspondiente a diferentes objetivos (3, 6, 7, 8, 9, 11, 13 y 15) y vincularla con datos censales y estadísticas oficiales. En tal sentido, la UNR, a través de la EA y el ASR, se plantea una estrategia conjunta de trabajo con el Ente de Coordinación Metropolitana de Rosario (ECOM Rosario), llevando a cabo la ejecución de un convenio de colaboración académica. La determinación de la huella urbana permite dimensionar la superficie edificada con el objetivo de calcular la dirección y la magnitud del crecimiento de los centros urbanos; resultados que permitirán abordar problemáticas como la urbanización descontrolada, la contaminación y la falta de espacios públicos, en estudios relacionados con el impacto en el medioambiente y la calidad de vida.

En cambio, el segundo caso de estudio de caminos rurales deja expuesta la trazabilidad completa, desde el diseño metodológico hasta la obtención del indicador ODS 9.1.1. A tales fines, desde la Escuela de Ingeniería Civil (EIC-FCEIA-UNR) se propone articular con otras áreas de la UNR para definir la metodología, generar y gestionar la IG, así como también con diferentes actores locales del Distrito Villa Amelia (Santa Fe, Argentina) tales como la Comuna y organizaciones no gubernamentales (ONG) para llevar adelante el trabajo de campo y validar resultados intermedios (cartografía). La IG sobre caminos rurales y su correspondiente indicador ODS son recursos claves para la planificación y gestión provincial y municipal.

Estrategia de abordaje interdisciplinario

Con el objetivo de cumplir con los propósitos planteados en la propuesta de implementación de una IDE dentro de la UNR, y de favorecer un diálogo fluido entre los integrantes del equipo —conformado por profesionales de distintas formaciones y áreas de experticia—, se conformaron subgrupos interdisciplinarios responsables de diversas líneas de acción.

La primera etapa, orientada a identificar las áreas de la UNR que generan y/o utilizan IG en actividades de docencia, investigación, vinculación, extensión y gestión, estará a cargo de una licenciada en estadística y un técnico del ASR, en coordinación con una licenciada en Comunicación y doctora en Documentación, y con licenciados en Bibliotecología pertenecientes a la Unidad de Gestión de Acceso Abierto.

La segunda etapa, considerada el núcleo central de esta propuesta, consiste en la implementación propiamente dicha de una IDE universitaria. Esta tarea es llevada adelante por especialistas en IDE —docentes-investigadores—, junto con informáticos y agrimensores —estudiantes—, todos ellos vinculados a la carrera de posgrado *Especialización en IDE* (EPEC-FCEIA-UNR). El trabajo se desarrolla bajo la coordinación de una licenciada en Estadística, un ingeniero agrimensor y un técnico (ASR y EA-FCEIA),

con el soporte técnico de informáticos del Área de Innovación y Apoyo a la Gestión (UNR) y de la Subsecretaría de Informática (FCEIA-UNR).

La tercera etapa, orientada al desarrollo de una aplicación informática que vincule la IDE-UNR con el repositorio RDA-UNR, representa un desafío altamente especializado que exige la formación de recursos humanos en Ciencias de la Computación. Esta instancia está a cargo, principalmente, de un doctor en Informática del CONICET (Instituto de Altos Estudios Mario Gulich [IG], CONAE/UNC) y una doctora en Tecnologías de la Información del Departamento de Ciencias de la Computación de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales (FCEIA-UNR), y cuenta con la participación, colaboración y soporte técnico de integrantes del equipo que lleva adelante la implementación de la IDE (segunda etapa).

La etapa correspondiente a la definición de un instructivo normativo para la evaluación de la calidad de la IG es considerada estratégica, ya que se busca garantizar que todos los conjuntos de datos y capas de información publicados en la IDE cumplan con indicadores de calidad acordes con estándares y normativas internacionales. Para esta tarea, se cuenta con la participación de doctores e ingenieros en Agrimensura del Comité de Calidad (EA-FCEIA), así como con la asesoría de una doctora en Ingeniería Geográfica del Instituto de Altos Estudios Nacionales de Ecuador y de doctores en Agrimensura de la Universidad Nacional de Catamarca.

Respecto a los casos de estudio —huella urbana y caminos rurales—, los equipos de trabajo están conformados por docentes-investigadores, estudiantes y profesionales. En el primer caso, el recurso humano formado en Estadística y Arquitectura pertenece al ECOM Rosario; en el segundo, son ingenieros civiles pertenecientes a la Escuela de Ingeniería Civil (FCEIA-UNR) y al Laboratorio Vial del Instituto de Mecánica Aplicada y Estructuras (IMAE). En ambos estudios se cuenta, además, con la coordinación y/o participación del ASR y de la EA-FCEIA.

Finalmente, en la etapa de difusión de la propuesta y de la IG generada, se prevé la participación de docentes-investigadores con formación en Comunicación, Estadística, Agrimensura, Informática y Bibliotecología, pertenecientes a la Unidad de Gestión de Acceso Abierto, el ASR y a la EA-FCEIA.

Inclusión de la perspectiva de género

El equipo de investigación en el proyecto quedó integrado por estudiantes, docentes, e investigadores de la UNR, la Universidad Nacional de Catamarca, el CONICET-Instituto Gullich (CONAE-UNC) y profesionales del ECOM Rosario. El 75% de sus miembros han participado en proyectos previos donde el ASR tuvo un rol de coordinación o participación activa, mientras que el 25% restante está compuesto por nuevos integrantes convocados por su experiencia en calidad de la información geoespacial, caminos rurales y vinculación de repositorios de datos abiertos. La convocatoria a participar e integrar el equipo no incluyó consultas sobre género o preferencias, y como resultado, el equipo quedó conformado por un 47% de mujeres y un 53% de varones.

En el marco de la Resolución 297/2019 del Consejo Superior de la UNR, que creó el Programa de Capacitación Ley Micaela: Perspectiva de Género y Sensibilización contra las Violencias Sexistas, la dirección y codirección de este proyecto se comprometieron a difundir el cronograma de capacitaciones entre todos los integrantes. De este modo, se busca promover la concientización en la construcción de conocimientos con una mirada respetuosa sobre género, sexualidades y feminismos entre docentes, estudiantes, investigadores y profesionales.

Además, se cuenta con un recurso valioso elaborado por la FCEIA-UNR denominado Recomendaciones para la construcción colectiva de lenguaje inclusivo. Es un documento que tiene indicaciones que buscan evitar que el lenguaje oculte, excluya, subordine o infravalore a las personas o discrimine por elección o preferencia sexual, promoviendo expresiones del lenguaje más inclusivas y tolerantes (Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, 2019).

En la formulación de la actual propuesta no se han identificado hasta la fecha cuestiones de género que deban considerarse en la implementación de una IDE, como tampoco en los dataset que se busca obtener referidos a huella urbana y caminos rurales. No obstante, la incorporación de una mirada de género y la participación en las capacitaciones a dictarse bajo el programa antes mencionado, permitirá generar espacios laborales más respetuosos, empáticos y amigables con cada uno de los integrantes del equipo, así como también con las personas con quienes tomemos contacto para la ejecución del mismo.

Lineamientos generales de un plan estratégico de comunicación de la propuesta

En este apartado, resulta fundamental partir de la premisa que la comunicación es una dimensión estratégica, transversal y constitutiva a todo el proyecto; lo que conlleva necesariamente a contar con una planificación óptima que acompañe y fortalezca cada una de las fases del mismo.

Esta premisa está presente en la propuesta, ya que la comunicación tiene una dimensión estratégica, reflejada en el Objetivo específico 6. Además, su carácter transversal se evidencia en el cronograma de actividades, donde los primeros cuatro meses están destinados al diseño y planificación del plan de comunicación, mientras que los 14 meses restantes se enfocan en su ejecución. Finalmente, la comunicación es un elemento constitutivo del proyecto, pues permite generar las sinergias necesarias para alcanzar los cambios planteados tanto al interior del equipo como hacia el exterior (comunidad científica, tomadores de decisiones y público en general).

En este plan de comunicación, un primer paso consistirá en identificar y definir las necesidades de comunicación a partir de un diagnóstico y análisis de la situación general. A partir de allí, se podrán establecer los objetivos y metas específicos del plan de comunicación para cada uno de los primeros cinco objetivos de este proyecto. Luego, se podrá identificar y segmentar la audiencia teniendo en consideración inicialmente

dos grandes grupos: una comunicación interna, dirigida a integrantes del equipo interdisciplinario de trabajo e instituciones relacionadas, y una externa, destinada a la comunidad científica, tomadores de decisiones en ámbitos públicos, privados y ONG que requieren IG en su gestión y a la población que potencialmente puede hacer uso de una IDE. Posteriormente, se plantea seleccionar mensajes, canales y herramientas de comunicación y, por último, definir un cronograma especificando acciones de comunicación, estableciendo tiempos y asignando roles y funciones.

Si bien este proyecto busca dar respuesta a la gestión de la IG generada en todas las áreas de la UNR, inicialmente se publicarán los datos sobre huella urbana y caminos rurales en la IDE-UNR y en el RDA-UNR, y los papers que se elaboren se divulgarán en revistas y eventos científicos relacionados, tales como las Jornadas de IDERA, Jornadas de Ciencias, Tecnología e Innovación de la UNR, entre otras.

Sostenibilidad de la propuesta

La presente propuesta incluye recursos y estrategias, tanto existentes como a desarrollar, que garantizan la continuidad y sostenibilidad de una IDE en la UNR, que se mencionan en función de los siguientes ejes, a saber:

1) Institucionalización: se propone formalizar la IDE en el marco del Comité de Acceso Abierto UNR (Res. C.S. 1842/2017), comprometiendo a las autoridades a garantizar la continuidad de la infraestructura como parte de las políticas de Acceso Abierto de la UNR y estableciendo un marco normativo para reglamentar la creación, estructura, dependencia y operatividad de la IDE.

2) Equipo interdisciplinario: el equipo quedó integrado por estudiantes, docentes, investigadores y profesionales de diversas disciplinas, favoreciendo un enfoque interdisciplinario en la implementación. El 65,6% pertenece a la planta permanente de la UNR, garantizando estabilidad institucional, mientras que el 34,4% son estudiantes UNR, investigadores y profesionales externos, lo que posibilitará la formación de nuevos recursos humanos, el fortalecimiento interdisciplinario e interinstitucional, y la innovación.

3) Capacitación: en este proyecto se prevé desarrollar actividades de formación continua (sensibilización y capacitación) dirigidas a diferentes destinatarios. Sin embargo, un pilar clave en esta implementación es la carrera de posgrado Especialización en IDE, que se dicta en la Escuela de Posgrado y Educación Continua (FCEIA-UNR), acreditación CONEAU 2020. En esta carrera se tendrá año a año estudiantes avanzados y profesionales formados con conocimientos y habilidades prácticas en el uso de herramientas tecnológicas para el diseño e implementación de una IDE, que podrán sumarse a la IDE-UNR en futuras etapas de revisión y ampliación.

4) Infraestructura tecnológica: la implementación de la IDE se realizará usando una máquina virtual Debian GNU/Linux 11 y *software* libre Geoserver, Postgre SQL/PostGIS y Apache Tomcat/HTTP. Su continuidad y sostenibilidad están garantizadas por la ausencia de costos de licenciamiento (sostenibilidad económica en software), el res-

paldo de una comunidad internacional activa para la actualización y soporte técnico, el cumplimiento de estándares de la Open Geospatial Consortium (OGC) (interoperabilidad del sistema y datos), así como su escalabilidad, alto rendimiento y seguridad, gestionados mediante roles, permisos, autenticación y la posibilidad de gestionar IG a lo largo del tiempo para estudios espacio-temporales.

5) Datos: la calidad y actualización de la IG, alineada con necesidades locales y marcos globales como los ODS, son cruciales en la sostenibilidad de una IDE. Por este motivo, en la propuesta de implementación en curso resulta fundamental identificar y articular con las áreas de la universidad productoras de IG y, por otro lado, valorar cómo la IG para dos casos específicos de estudio (huella urbana y caminos rurales) resultan de utilidad en el cálculo de indicadores para los ODS.

6) Usabilidad de la IDE: una IDE operativa en el ámbito de la UNR posibilitará la realización de convenios de vinculación universitaria con diferentes actores de la sociedad (público, privado y ONG) para la generación de nueva IG y uso de la IDE en el abordaje de problemáticas puntuales en diferentes áreas del conocimiento, trabajo que permitirá fortalecer su usabilidad y continuidad en el tiempo.

Definición de las actividades y cronograma

En la etapa de planificación se definieron a priori las actividades para cada una de las fases de la propuesta para garantizar una planificación ordenada y eficiente del trabajo, a los fines de optimizar recursos, facilitar la coordinación entre los integrantes del equipo, minimizar riesgos y asegurar la calidad de los resultados obtenidos. Además, constituye una guía para la rendición de cuentas y la evaluación continua del cumplimiento de los objetivos propuestos.

En la Tabla A (Anexo) se presenta un esquema resumido de las actividades correspondientes a cada uno de los objetivos específicos. Por su parte, la Tabla B (Anexo) incluye el cronograma de ejecución en un lapso de tiempo de 18 meses.

Estimación inicial de costos para la implementación de una IDE universitaria

Con el objetivo de evaluar la viabilidad de la propuesta en función de los recursos disponibles y de una convocatoria en Ciencia y Tecnología realizada en diciembre de 2024 por la UNR y cofinanciada junto al Ministerio de Desarrollo Productivo de la Provincia de Santa Fe a través de la Agencia Santafesina de Ciencia, Tecnología e Innovación, se realizó una estimación de costos, considerando distintos aspectos y un monto máximo de 10 millones de pesos argentinos (Tabla 1).

Esta primera estimación de costos no contempla el valor de un servidor para alojar la IDE universitaria, ya que se evaluó la posibilidad de utilizar los servidores actualmente en funcionamiento en la FCEIA-UNR.

En cuanto a los costos asociados a los recursos humanos, se estimaron únicamente para el personal de la UNR que estará afectado al proyecto, alcanzando un monto total de $57.384.280,00.

Tabla 1. Recursos financieros

Gastos	Rubro	2025 (12 meses) [en miles de $]	2026 (6 meses) [en miles de $]	Total (18 meses) [en miles de $]
De capital (equipamiento)	Equipamiento	3700	2000	5700
	Bibliografía	500	0	500
	Total	4200	2000	6200
Corrientes (funcionamiento)	Bienes de consumo	1500	0	1500
	Viajes y viáticos	500	500	1000
	Servicios de terceros	500	0	500
	Otros gastos	800	0	800
	Total	3300	500	3800

Fuente: elaboración propia.

RESULTADOS ESPERADOS

En función de diferentes componentes, los siguientes son los resultados que se esperan obtener en el marco de la implementación de una IDE en el ámbito de la UNR, para una gestión eficiente de la IG generada en la academia o en forma conjunta con otros actores (público, privado u ONG), y como un aporte fundamental en la obtención de indicadores para los ODS, a saber:

1) Infraestructura y herramientas tecnológicas

a. Infraestructura de Datos Espaciales operativa en la UNR.

b. Aplicación informática que vincula a la infraestructura IDE-UNR con el repositorio RDA-UNR.

2) Normativas y estándares

a. Perfil de metadatos para la IG.

b. Institucionalización de la infraestructura IDE-UNR.

c. Instructivo normativo para evaluar la calidad de la IG.

3) Gestión y uso de información geoespacial

a. Listado con la nómina de las áreas de la UNR que generan y/o utilizan IG.

b. Plan de comunicación que incluye la sensibilización, concientización y difusión en la comunidad científica y civil, sobre: a) infraestructura IDE-UNR, b) repositorio RDA-UNR y c) IG generada en la presente propuesta.

4) Formación y capacitación

a. Sensibilización en la comunidad científica y civil (local y regional) sobre la existencia, los beneficios y las aplicaciones de una IDE, con énfasis en su uso para la toma de decisiones y la gestión del territorio.

b. Recursos humanos de la UNR capacitados en la implementación de una IDE y en la gestión de la IG en la IDE-UNR.

5) Generación y análisis de datos geoespaciales en función de los dos casos de estudio

c. Huella urbana del Área Metropolitana de Rosario (Santa Fe, Argentina), años 2001, 2010 y 2022.

d. Metodología para la actualización de la cartografía digital de los caminos rurales.

e. Cartografía digital actualizada de caminos rurales Distrito Villa Amelia (Santa Fe, Argentina), año 2025.

f. Estimación del indicador ODS 9.1.1: proporción de la población rural del Distrito Villa Amelia (Santa Fe, Argentina) que vive a menos de 2 km de una carretera transitable todo el año.

RESULTADOS PRELIMINARES

Implementación de un prototipo de una Infraestructura de Datos Espaciales para la Universidad Nacional de Rosario

A partir del año 2021, siguiendo los estándares y recomendaciones de la OGC y de IDERA y con la participación de un equipo interdisciplinario se comenzó con la implementación de una IDE universitaria en la FCEIA (IDERA, 2014, 2016, 2018, 2019a y 2019b). La coordinación de la implementación estuvo a cargo del ASR y el equipo quedó integrado principalmente por docentes, investigadores y estudiantes de la Especialidad en IDE.

Uno de los objetivos que subyace en esta implementación es la de generar espacios de enseñanza-aprendizaje donde los estudiantes avanzados encuentren un lugar para llevar adelante sus trabajos finales de la carrera de posgrado Especialidad en IDE (EPEC-FCEIA-UNR). En este contexto, esta propuesta académica habilitó a un Ingeniero

en Sistemas a realizar la instalación y configuración de programas informáticos básicos para tener operativa la IDE universitaria y la puesta en servicio de mapas en línea, bajo la dirección de un Especialista en IDE. También habilitó a un Ingeniero Agrimensor para desarrollar el perfil de metadatos, bajo la dirección de una Magíster en Ingeniería de Software y Especialista en IDE.

Con el objetivo de identificar las áreas de la UNR que generan y/o utilizan información geoespacial, en una primera etapa se recuperó un listado con la nómina de unidades académicas que producen este tipo de información en el marco de sus proyectos de investigación. Dicho listado fue elaborado en el año 2020 por representantes de la Universidad en el Núcleo Disciplinario de Geotecnologías y Ciencias de la Atmósfera (GyCA) de la Asociación de Universidades Grupo Montevideo (AUGM) (Figura 1).

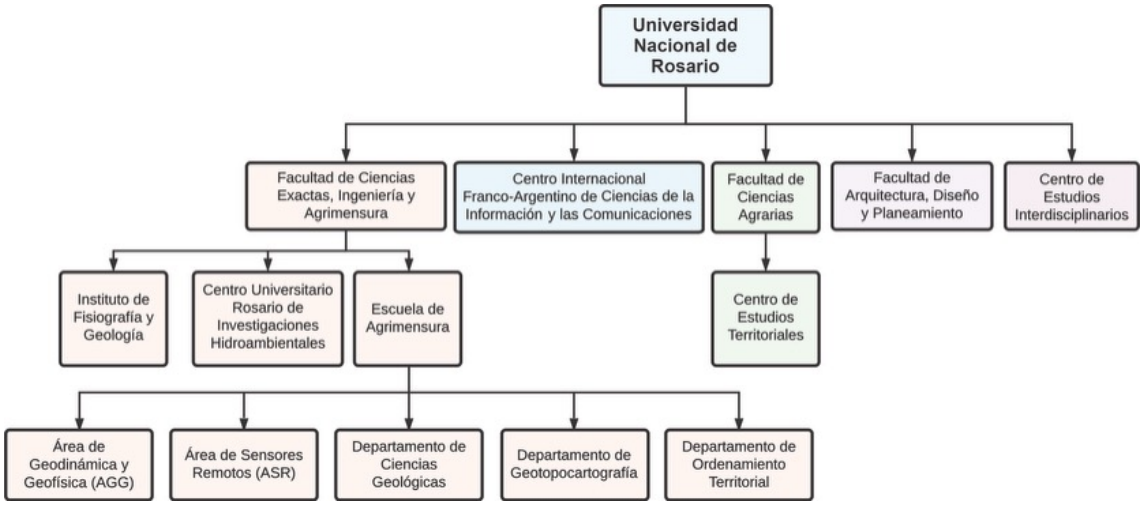


Figura 1. Organigrama de las unidades académicas productoras de IG de la UNR
Fuente: elaboración propia con datos de los representantes de la UNR en el Núcleo Disciplinario GyCA de la AUGM, 2020.

Desde el Área de Informática se instaló y puso en funcionamiento una máquina virtual con Debian GNU/Linux 11 en los servidores de la FCEIA-UNR. Sobre esta base se instalaron y quedaron operativos los siguientes programas de *software* libre y gratuito, a saber:

- PostgreSQL 13.9
- PostGIS 3.1
- GeoServer 2.22.2
- Apache Tomcat 9.0.63.0
- Apache HTTP 2.4.56

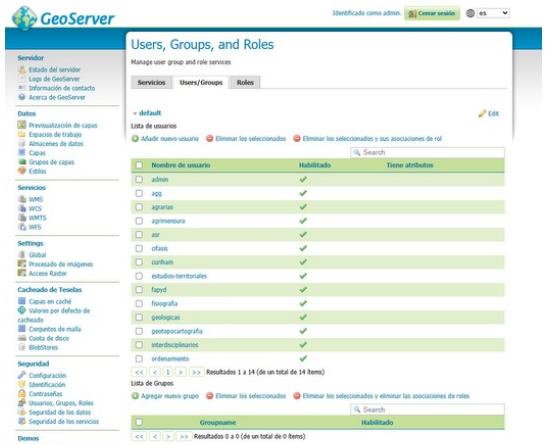
En el GeoServer se implementaron, entre otros, los servicios *Web Map Service* (WMS), *Web Feature Service* (WFS) y *Web Coverage Service* (WCS). En la Figura 2a se presenta una captura de pantalla de la sección de inicio del GeoServer y donde se constatan los servicios de mapas instalados y sus correspondientes versiones. Además, para almacenar la IG se definieron 12 espacios de trabajo (Figura 2b) y se habilitaron los respectivos usuarios (Figura 2c), cada uno configurado con nombre de usuario y contraseña de acceso para las unidades académicas presentes en la Figura 1.



a)



b)



c)

Figura 2. Configuración del GeoServer:
a) Servicios, b) Espacios de trabajo y c) Usuarios
Fuente: elaboración propia.

En junio de 2024 se conformó una Comisión de Calidad de los Datos, integrada por cinco docentes de la EA-FCEIA, quienes cumplen los cargos de director, secretario y sub-

secretario académico[2], y directores de los departamentos Geotopocartografía y Ciencias Geológicas, con el objetivo de revisar y aprobar la calidad de los datos antes de su publicación en la IDE-UNR.

Por último, se editaron los manuales para el administrador, el productor y el usuario de IG de la IDE-UNR; los mismos se encuentran en la etapa final que consta de la revisión de diseño y editorial, más la prueba de nuevos usuarios.

Definición de un perfil de metadatos

Para la definición del perfil de metadatos de la IDE-UNR, inicialmente se llevó a cabo una revisión de la documentación disponible en IDERA e IDESF. Esta revisión incluyó:

a) El perfil de metadatos para datos vectoriales e imágenes satelitales elaborados por IDERA (2014 y 2016).

b) El estándar ISO 19115:2003 de metadatos, junto con sus respectivas traducciones al español realizadas por el Comité Permanente de la Infraestructura de Datos Geoespaciales para las Américas y la Infraestructura de Datos Espaciales de España (Maganto Sánchez y Rodríguez, 2003; *International Organization for Standardization*, 2016).

A partir de esta revisión, y tomando como referencia las plantillas modelo de perfiles de metadatos publicadas por IDERA y la IDE de la provincia de Santa Fe, se elaboró una propuesta de nuevo perfil para datos vectoriales y ráster, que incorporó modificaciones en las descripciones de las variables existentes, así como la inclusión de nuevas variables adicionales.

Posteriormente, se llevó a cabo una consulta a seis expertos en la temática (docentes, investigadores y profesionales), lo que permitió analizar y debatir la validez de las variables incorporadas y la identificación de otras posibles variables a incluir en el perfil.

En el perfil de metadatos para la IDE-UNR quedaron incluidas 29 variables para datos que siguen el modelo vectorial y 39 variables para datos ráster (Tabla 2), donde la condición de la variable refiere al nivel de requerimiento planteado en el diseño de la infraestructura.

2 Pendiente resolución de Consejo Directivo FCEIA-UNR.

Tabla 2. Clasificación de las variables en el perfil de metadatos de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Universidad Nacional de Rosario

Condición de la variable	Metadatos	
	Vectorial	Ráster
Obligatorio	25	19
Sugerido	4	20
Total de variables	29	39

Fuente: elaboración propia.

Resultados de la etapa de *testing*

En la etapa de pruebas preliminares (*testing*) de la IDE universitaria, se utilizaron dos conjuntos de datos:

a) Huella urbana de Rosario (modelo ráster): áreas urbanizadas, dominadas por construcciones o edificaciones. Su determinación se realizó a partir de datos captados por sensores remotos a bordo de satélites, donde la matriz de datos toma valores 1 (uno) indicando presencia y 0 (cero) ausencia, con cada valor referenciado espacialmente (georreferenciado). Esta IG corresponde a productos obtenidos en un trabajo final de Ingeniería en Agrimensura (Tazzioli, 2020) y en el marco de un proyecto de investigación con resultados publicados en un capítulo de libro (Balparda et al., 2023). Los datos (IG) se encuentran almacenados en el RDA-UNR (Balparda et al., 2023).

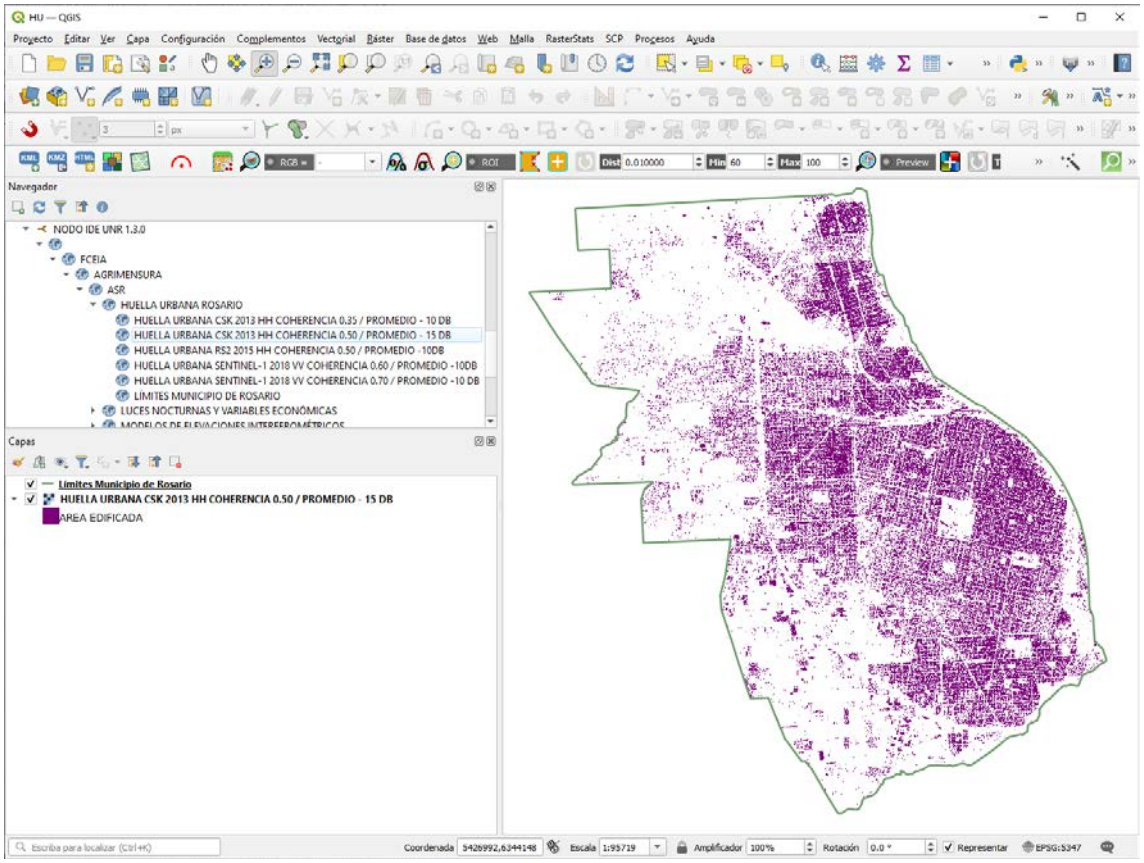


Figura 3.a. Geoservicios WMS: huella urbana
Fuente: elaboración propia.

b) Coordenadas de los puntos de ajuste y validación interferométricos (modelo vectorial, puntos): contiene un conjunto de puntos que fueron medidos en 56 localizaciones ubicadas en la ciudad de Rosario (Santa Fe, Argentina), en el año 2019. Estos puntos fueron relevados para su uso en la etapa de ajuste y validación de modelos digitales de elevaciones interferométricos. Consta de 30 puntos de ajuste y validación interferométricos y 26 puntos de orientación. Cada punto tiene el valor de la altura elipsoidal (m) y sus coordenadas planas (X,Y) proyección Gauss Krüger faja 5, marco de referencia Posiciones Geodésicas Argentina 2007 (POSGAR2007). Los datos fueron relevados en el marco de un trabajo de tesis de maestría (O'Connor, 2020) y se encuentran almacenados en el RDA-UNR (O'Connor et al., 2024).

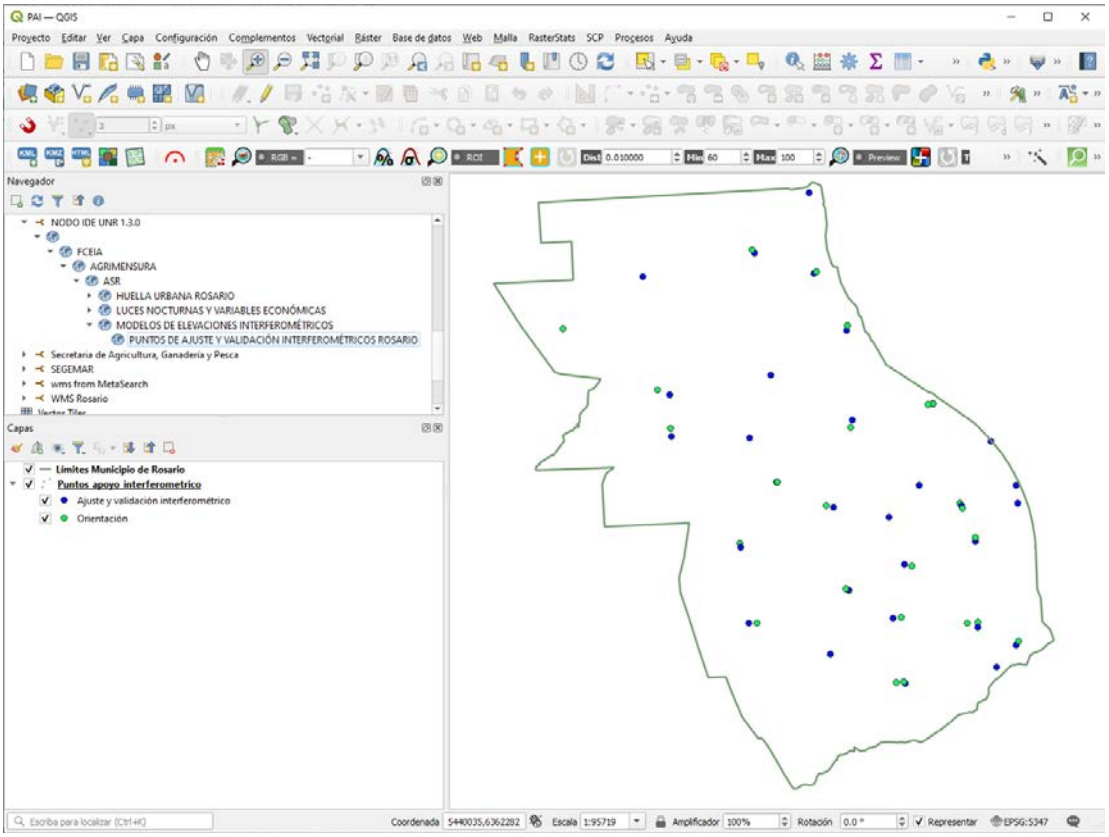
b) 

Figura 3.b. Geoservicios WFS: puntos de ajuste y validación interferométricos
Fuente: elaboración propia.

Los metadatos de las capas usadas en la etapa de testeo se cargaron en las plantillas modelo *Perfil de metadatos IDE-UNR* (en formato .PDF) para datos vectoriales y ráster, respectivamente. Las mismas se vincularon mediante un enlace web definido en el GeoServer.

DISCUSIÓN

A partir del trabajo realizado entre febrero de 2021 y abril de 2025, se presentan a continuación una serie de consideraciones preliminares que podrían contribuir a retroalimentar el proceso de implementación de la IDE en el ámbito de la UNR.

En primer lugar, se valora como un recurso significativo el listado elaborado por los referentes de la UNR en el Núcleo Disciplinario GyCA-AUGM, ya que permitió obtener una primera aproximación al número y diversidad de las áreas académicas que generan y/o utilizan IG en el ámbito de la UNR. No obstante, se considera pertinente avanzar con las actividades previstas en los puntos 1.1 a 1.4 (Tabla A Anexo), dado que estas permitirán, por un lado, definir con mayor precisión los alcances del relevamiento y los requerimientos técnicos para el desarrollo del sistema de vinculación entre la

IDE y el RDA-UNR; y por otro, completar y enriquecer el listado mediante la recolección de datos.

Otro aspecto potencialmente discutible de esta propuesta se relaciona con el impacto que tendría la implementación de una IDE universitaria en la sociedad. Al respecto, la bibliografía señala que dicha implementación genera efectos positivos, especialmente en términos de democratización del acceso a la información, entre otros beneficios relevantes. Sin embargo, este impacto puede ser objeto de debate debido a su carácter intangible, de difícil cuantificación y, aún más, de compleja monetización.

Por otro lado, considerando la estructura organizativa jerárquica que va desde la IDE global en el nivel superior hasta las IDE locales y corporativas en los niveles inferiores, resulta pertinente reflexionar sobre el lugar y el rol que debería asumir una IDE universitaria o un nodo IDE en el ámbito académico. En este sentido, se propone que, como institución dedicada a la educación e investigación, la universidad debe, en primer lugar, promover en el marco de la educación formal la capacitación y formación de recursos humanos capaces de participar activamente en las distintas etapas del desarrollo de una IDE: desde su diseño e implementación hasta su uso y la generación de nuevos productos y servicios. Asimismo, en cuanto a la IG que debe publicar, se considera que la IDE universitaria debe constituirse como un recurso que facilite la publicación de datos que cuenten con la componente espacial generados en el ámbito académico. Esto debe hacerse sin interferir con las competencias de organismos oficiales y procurando evitar la duplicación de datos y esfuerzos ya desarrollados por instituciones públicas gubernamentales.

Por otro lado, más arriba se mencionó la duplicación de datos, ya que los utilizados en esta sección ya habían sido publicados en el RDA-UNR (en calidad de públicos o preliminares) y, al mismo tiempo, fueron almacenados en la IDE-UNR en desarrollo. Esta situación evidencia la necesidad de avanzar con el objetivo específico 3 de la presente propuesta, destacando su importancia para optimizar el uso de recursos y reducir posibles errores.

Un aspecto a destacar en este trabajo es la inclusión de dos casos de estudio: uno relacionado con la huella urbana y otro con los caminos rurales. Aunque podrían desarrollarse como proyectos o investigaciones independientes, e incluso ajenos a esta propuesta, el equipo de trabajo optó por presentarlos y usarlos como ejemplos de cómo generar información geoespacial a publicar en una IDE y útil para la obtención de indicadores ODS. Estos casos muestran el uso de métodos y fuentes de datos que, en el futuro, podrían replicarse o servir como referencia para el desarrollo de nuevos proyectos.

Para finalizar, es importante señalar que, si bien cada etapa y actividad del proyecto presenta sus propios desafíos, existen tres aspectos que se consideran cruciales para garantizar la usabilidad de la IDE-UNR. Estos son: la institucionalización del nodo, la incorporación de los estándares internacionales de calidad ISO 19.157:2013, y la integración de la IDE con el Repositorio de Datos Académicos de la UNR (*Dataverse*, Harvard University). La institucionalización del nodo IDE-UNR posibilitará su reconocimiento tanto dentro como fuera de la universidad, en los diferentes niveles jerárquicos de

IDERA, así como también en la comunidad en general (civil y académica). La incorporación de indicadores de calidad, ya sea en términos de precisión posicional o temática, será un elemento clave para los usuarios, ya que les facilitará evaluar la pertinencia de los datos según las necesidades de sus proyectos. Por último, la vinculación con el RDA-UNR no solo contribuirá a evitar la duplicación de datos y reducir errores, sino que también fortalecerá el posicionamiento de la IDE como parte de la iniciativa Ciencia Abierta impulsada por la UNR.

CONCLUSIONES PRELIMINARES

En el ámbito universitario argentino, la implementación de IDE se encuentra en una etapa inicial de desarrollo. Actualmente, 11 universidades del país cuentan con este tipo de infraestructura de manera operativa con geoservicios accesibles en línea, lo que evidencia el carácter incipiente de esta iniciativa a nivel institucional (IDERA, 2024). En este contexto, en el presente trabajo se presentó una propuesta de implementación de una IDE en la Universidad Nacional de Rosario donde se establecieron el objetivo general y los específicos en el marco de la Ciencia Abierta, orientando su puesta en valor en función de dos casos de estudios: huella urbana y caminos rurales.

En este trabajo se establecieron los métodos, las actividades y los tiempos necesarios para llevar a cabo cada una de las etapas del proceso de implementación; asimismo, se identificó el posible impacto social, se delineó el abordaje de trabajo incorporando la perspectiva de género, se planteó una propuesta inicial para el plan estratégico de comunicación y se realizó una estimación preliminar de los costos asociados a la implementación.

Los resultados preliminares presentados en este documento evidencian que, mediante la adopción de los estándares y recomendaciones del OGC e IDERA, se logró implementar y poner en funcionamiento la estructura básica de una IDE para la Universidad. Las pruebas iniciales, realizadas mediante el uso de un Sistema de Información Geográfica y los geoservicios instalados para datos vectoriales y ráster, confirman que esta infraestructura, actualmente en fase de prototipo, posee un alto potencial de escalabilidad a toda la institución.

A partir de la revisión de documentación especializada, se definió un perfil de metadatos para datos vectoriales y ráster. Este resultado es de gran relevancia, ya que establece las bases sobre las variables y datos que deben acompañar a cada capa a publicar en la IDE-UNR, facilitando su utilización por parte de los usuarios.

Cabe mencionar que quedan por delante una serie de desafíos muy importantes, entre los principales se mencionan: la implementación del catálogo de metadatos y de un visualizador de mapas, la definición de la precisión posicional y temática para cada capa de datos conforme a la norma ISO 19.157/2013, la capacitación a productores de IG, la institucionalización de la IDE y su integración con el Repositorio de Datos Académicos de la UNR, así como también su vinculación con las infraestructuras de datos espaciales de nivel superior, a saber: provincia de Santa Fe y República Argentina.

Contar con una IDE universitaria operativa en la UNR y publicar la información geoespacial relacionada con los dos casos de estudio constituirá un punto de partida para que otros proyectos universitarios difundan sus datos, así como también para impulsar nuevos proyectos de investigación a realizar en forma conjunta con otros actores de la comunidad.

AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente artículo agradecen a los siguientes docentes, investigadores, no-docentes, alumnos y profesionales, por aceptar participar en la implementación de la IDE-UNR, a saber:

José David Belaga (EA-FCEIA-UNR), María José Milicich, Héctor Felipe Alfredo Rodriguez y Dardo Javier Delorenzi (Departamento de Geotopocartografía. EA-FCEIA-UNR), Héctor Carlos Enrique Peña (Departamento de Ciencias Geológicas. EA-FCEIA-UNR), Marianela Motkoski (ECOM Rosario), Mariano Sebastián Marechal, Gabriel Ulises Macedo y Fernando Oscar Martínez (Laboratorio Vial. IMAE-FCEIA-UNR), Fernando Gabriel Díaz Pacífico (CEIBCi-IIAP-FHyA y Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas. UNR), Paulina Freán (CEIBCi-IIAP-FHyA y Unidad de Gestión de Acceso Abierto. UNR), Ana Paula Gutiérrez (CEIBCi-IIAP-FHyA y Facultad de Ciencia Política y Relaciones Internacionales. UNR), Analía Salazar (Área Innovación y Apoyo a la Gestión. UNR), Gabriel Barrios (Subsecretaría de Informática. FCEIA-UNR) y Pedro Cesar Arias (Área Innovación y Apoyo a la Gestión. UNR).

REFERENCIAS

BALPARDA, L., DEL VALLE, H. LÓPEZ, D., TORRALBA, M., TAZZIOLI, F., CIATTAGLIA, B., VICIOSO, B., PEÑA, H., DELORENZI, D., & SOLÍS, T. (2023). *Datos de: Huella Urbana de la Ciudad de Rosario, Santa Fe, Argentina (versión 1)*. [Set de datos / Dataset]. Repositorio de Datos Académicos de la Universidad Nacional de Rosario.https://doi.org/10.57715/UNR/EXIVRO

BALPARDA, L., LÓPEZ, D., O'CONNOR, J., DELORENZI, D., NOGUERA, G., MESTRE, D., DANNENBERG, G., RAMIRES, N., MATA, R., IBARS, A., & BONGIOVANI, P. (2025). Propuesta de publicación de información geoespacial en el Repositorio de Datos Académicos y en el nodo IDE en desarrollo, Universidad Nacional de Rosario. En L. Reynoso, L. R. Balparda, E. del V. Ortiz, M. A. Fernández, A. R. Vargas, M. Soria, M. A. Barrera, O. Cardozo, & A. Avalos (Eds.), *Ponencias de las XVII jornadas IDERA 2024*. https://www.idera.gob.ar/images/stories/eventos/2024/Libro_XVIII_Jornadas_IDERA.pdf

BALPARDA, L., LÓPEZ, D., TAZZIOLI, F., TORRALBA, M., CIATTAGLIA, B., PEÑA, H., SOLIS, T, AQUILI, V., DELORENZI, D., & VICIOSO, B. (2023). Huella Urbana de la ciudad de Rosario, Santa Fe, Argentina. Años 2013 y 2015. En N. C. Di Leo y D. L. Rosalen (Eds.), *Las Geotecnologías y las Ciencias de la Atmósfera en el Desarrollo Sostenible* (pp. 165-181).t Asociación de Universidades Grupo Montevideo. http://grupomontevideo.org/publicaciones/wp-content/uploads/2023/05/Libro-GeotecODS_2023_AUGM-ND-GyCA.pdf

COMITÉ PERMANENTE PARA LA INFRAESTRUCTURA DE DATOS GEOESPACIALES DE LAS AMÉRICAS. (2005). *Traducción ISO 19115:2003 - Metadatos*. https://www.santafe.gob.ar/idesf/geoportal/recursos/documentos/ISOMetadatosDelWebCP-IDEA.pdf

CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO. (2019). *Resolución Nº 568/2019 - Recomendaciones para la construcción colectiva de lenguaje inclusivo en el ámbito de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura*. https://fceia.unr.edu.ar/images/PDF/consejo_directivo/resoluciones/2019/R0568-19_CD.pdf

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. GRUPO DE TRABAJO METADATOS. (2014). *Perfil de Metadatos para Datos Vectoriales - IDERA* (versión 2.0) [Archivo PDF]. https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/estandares/PMIDERA_Perfil_Metadatos_p_Datos_Vectoriales_IDERA_V2_0.pdf

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. GRUPO DE TRABAJO METADATOS. (2016). *Perfil de Metadatos para Imágenes Satelitales - IDERA* (versión 1.0) [Archivo PDF]. https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/estandares/Perfil_Metadatos_Imagenes_Satelitales_V_1.0.pdf

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. GRUPO DE TRABAJO MARCO INSTITUCIONAL. (2018). *Recomendaciones para la creación de un Nodo IDE Universitario u Organismo Científico* (versión 1.0) [Archivo PDF]. https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/documentos/guias/GTAyC_RecomNodoUniversitariouOrgCientifico.pdf

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. GRUPO DE TRABAJO TECNOLOGÍA Y DESARROLLO. (2019a). *Guía de Instalación y Configuración de un NODO IDE* (versión 1.2) [Archivo PDF]. https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/documentos/guias/tecnologia/v1_2/Guia_de_Instalacion_y_Configuracion_de_un_Nodo_IDE.pdf

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. GRUPO DE TRABAJO TECNOLOGÍA Y DESARROLLO. (2019b). *Guía de Instalación de PostgreSQL, PostGIS, Tomcat, GeoServer y GeoNetwork en Centos 7.6* (versión 1.2) [Archivo PDF]. https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/documentos/guias/tecnologia/v1_2/ANEXO_I_Instalacion_de_PostgreSQL_PostGIS_Tomcat_GeoServer_y_GeoNetwork_en_Centos_7-6_compilacin_1810.pdf

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. (7 de octubre de 2024). *IDERA - Geoservicios*. https://www.idera.gob.ar/index.php/servicios/geoservicios

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. (s.f.). *Instituto Geográfico Nacional*. www.ign.gov.ar

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. (2016). *Geographic information — Metadata*. (ISO 19115:2003). https://www.santafe.gob.ar/idesf/geoportal/recursos/documentos/ISO19115Metadata.pdf https://www.iso.org/standard/26020.html

MAGANTO SÁNCHEZ, A., & RODRÍGUEZ, A. (2003). *Documento de Metadatos*. https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/estandares/Perfil_Metadatos_Imagenes_Satelitales_V_1.0.pdf

O'CONNOR, J. G. (2020). *Metodología para ajuste y validación de DEMs InSAR en áreas urbanas con datos GNSS*. [Tesis de Maestría, Instituto de Altos Estudios Espaciales "Mario Gulich"]. Repositorio Digital de la Universidad Nacional de Córdoba. http://hdl.handle.net/11086/16331

O'CONNOR, J. G., RAMIRES, N. L., DELORENZI, D. J., NOGUERA, G. G., DANNENBERG, G. A., LÓPEZ, D. A. G., & BALPARDA, L. R. (2024). *Coordenadas de puntos de ajuste y validación de modelos digitales de elevación interferométricos para la ciudad de Rosario, Argentina (2019)*. (versión 1). [Set de datos / Dataset]. Repositorio de Datos Académicos de la Universidad Nacional de Rosario. https://doi.org/10.57715/UNR/KDSE13 (versión preliminar, no publicado)

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (2022) *La hoja de ruta geoespacial de los ODS. Comité de Expertos de las Naciones Unidas en Gestión de Información Geoespacial Mundial.* https://ggim.un.org/documents/La-hoja-de-ruta-geoespacial-de-los-ODS.pdf

TAZZIOLI, F. (2020). *Huella urbana de la ciudad de Rosario, Santa Fe, Argentina - Año 2013*. [Trabajo final de grado, Universidad Nacional de Rosario]. Repositorio Hipermedial Universidad Nacional de Rosario. http://hdl.handle.net/2133/25198

WILKINSON, M. D., DUMONTIER, M., AALBERSBERG, I. J., APPLETON, G., AXTON, M., BAAK, A., BLOMBERG, N., BOITEN, J.-W., SANTOS, L. B. S., BOURNE, P. E., BOUWMAN, J., BROOKES, A. J., CLARK, T., CROSAS, M., DILLO, I., DUMON, O., EDMUNDS, S., EVELO, C. T., FINKERS, R., ... MONS, B. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific data*, 3(1), 1-9. https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18

ANEXO

Tabla A. Esquema de actividades

Objetivo específico 1 (Relevamiento áreas UNR)
Actividad 1.1 - Diseñar una estrategia conjunta entre la Unidad de Gestión de Acceso Abierto (UNR), la Escuela de Agrimensura (FCEIA-UNR) y las Secretarías de Ciencia y Tecnología de las diferentes unidades académicas de la UNR, para identificar las áreas y docentes-investigadores de la UNR que generan y/o utilizan IG.
Actividad 1.2 - Implementar la estrategia diseñada de manera conjunta en la **Actividad 1.1.**
Actividad 1.3 - Analizar los datos obtenidos y generar una base de datos con la información relevada en la **Actividad 1.2**.
Actividad 1.4 - Publicar en el Repositorio de Datos Académicos de la UNR la base de datos creada en la **Actividad 1.3**.
Objetivo específico 2 (Implementación IDE UNR)
Actividad 2.1 - Definir una arquitectura cliente-servidor, requisitos de hardware, presupuesto y adquisición, configuración del servidor e instalación de software específico.
Actividad 2.2 - Instalación y configuración de los servicios WMS, WFS y WCS, de catálogo y de procesamiento.
Actividad 2.3 - Establecer políticas internas y diseñar estrategia de implementación para la adopción y cumplimiento de especificaciones nacionales e internacionales (OGC, normas ISO, recomendaciones IDERA, otras). Pruebas piloto con datos de testeo y formalización de especificaciones.
Actividad 2.4 - Definir e implementar perfil de metadatos con las especificaciones de la **Actividad 2.3**. Almacenar los metadatos correspondientes a los datos de testeo.
Actividad 2.5 - Definir protocolos para el uso de la IDE-UNR por administrador, proveedor de IG y usuario IDE. Institucionalizar la IDE-UNR.
Actividad 2.6 - Sensibilizar al personal de la UNR sobre la existencia de las IDE, su potencial, usabilidad y capacitar.
Actividad 2.7 - Planificar, analizar los requisitos, diseño conceptual y desarrollar un visualizador web de IG para la IDE-UNR.
Actividad 2.8 - Cronograma y responsables para el almacenamiento de IG sobre huella urbana en el Área Metropolitana de Rosario y caminos rurales (CR) del distrito de Villa Amelia (Sta Fe, Arg.). Capacitar a los responsables y almacenar IG, previamente definidos, y almacenar.

Continúa en la siguiente página

Tabla A. Esquema de actividades (continuación)

Objetivo específico 3 (desarrollo de sistema para vincular la IDE con el RDA-UNR)
Actividad 3.1 - Análisis de alcance y factibilidad del sistema.
Actividad 3.2 - Gestión para la incorporación de profesionales/estudiantes para colaborar en las tareas de desarrollo, testing y despliegue, planificadas en la **Actividad 3.1**.
Actividad 3.3 - Diseño del sistema.
Actividad 3.4 - Desarrollo del sistema.
Actividad 3.5 - Testing usando capas (datos), metadatos y archivos.
Actividad 3.6 - Implementación del sistema en la versión alcanzada (Alfa/Beta abierta).
Actividad 3.7 - Elaboración del Informe final del desarrollo
Objetivo específico 4 (Instructivo normativo calidad IG)
Actividad 4.1 - Sensibilizar a la comunidad de la UNR que genera y usa IG en conceptos relacionados a la calidad de la IG, capacitación en Calidad de la Información Geográfica, revisión bibliográfica y adquirir norma ISO.
Actividad 4.2 - Definir el alcance y los objetivos del instrumento a implementar para la evaluación de la calidad de la IG en el marco de las normas ISO e identificar y seleccionar los elementos a ser considerados en la evaluación de la calidad.
Actividad 4.3 - Diseñar un instrumento técnico y/o normativo para evaluar la calidad de la Información Geográfica (IG) según normas ISO 19157.
Actividad 4.4 - Aplicar el método de evaluación desarrollado en la **Actividad 4.3** a los primeros conjuntos de datos (IG) a publicar en la IDE-UNR y generar reportes de calidad utilizando formatos estandarizados.

Continúa en la siguiente página

Tabla A. Esquema de actividades (continuación)

Objetivo específico 5.a (Huella urbana)
Actividad 5.a.1 - Revisión bibliográfica de la temática
Actividad 5.a.2 - Gestionar el acceso a imágenes satelitales, tanto radar como ópticas, ya sean de archivo o actuales, correspondientes al Área Metropolitana de Rosario (Santa Fe, Arg.).
Actividad 5.a.3 - Recopilación para los años 2001, 2010 y 2022 de imágenes satelitales de radar y ópticas, teniendo en cuenta la resolución (espacial, radiométrica y temporal), y capas vectoriales de límites del área de estudio.
Actividad 5.a.4 - Medición de puntos en terreno (GCP) para la georreferenciación de las imágenes satelitales de radar y ópticas.
Actividad 5.a.5 - Relevar datos en campo de sitios testigo de edificaciones urbanas y recopilar datos históricos a partir de fuentes secundarias.
Actividad 5.a.6 - Delimitar las imágenes satelitales al área de estudio y calibrar.
Actividad 5.a.7 - Corregistrar y calcular la coherencia interferométrica.
Actividad 5.a.8 - Crear una capa temática sobre tipos de cobertura (agua, vegetación, suelo desnudo, edificaciones, otras), utilizando los datos obtenidos en la **Actividad 5.a.7**, y definir umbrales considerando la capa temática de tipos de cobertura.
Actividad 5.a.9 - Crear la huella urbana del Área Metropolitana de Rosario, para los años 2001, 2010 y 2022, a partir de imágenes satelitales de radar calibradas y corregistradas, aplicando los umbrales definidos en la **Actividad 5.a.8.**
Actividad 5.a.10 - Georreferenciar las huellas urbanas obtenidas en la **Actividad 5.a.9** e imágenes satelitales ópticas del área de estudio, utilizando los GCP. Elaborar un informe de calidad posicional.
Actividad 5.a.11 - Ajustar la clasificación de las huellas urbanas georreferenciadas (resultado en la **Actividad 5.a.10**), aplicando filtros obtenidos utilizando datos de imágenes satelitales ópticas georreferenciadas.
Actividad 5.a.12 - Determinar la calidad temática de las huellas urbanas, utilizando datos relevados en la **Actividad 5.a.5**, calcular el porcentaje de ocupación de la huella urbana por radio o fracción censal, e identificar la evolución o cambios de la huella urbana entre los años 2001, 2010 y 2022. Elaborar un informe de calidad temático.
Actividad 5.a.13 - Editar instructivos, manuales o informes técnicos, informe final sobre la huella urbana en el Área Metropolitana de Rosario para los años 2001, 2010 y 2022, y publicar las huellas urbanas y porcentaje de ocupación por radio o fracción censal, en el Repositorio de Datos Académicos UNR y en la IDE-UNR.

Continúa en la siguiente página

Tabla A. Esquema de actividades (continuación)

Objetivo específico 5.b (Caminos rurales: metodología, transitabilidad y estimación de población rural)
Actividad 5.b.1 - Revisión bibliográfica y diseñar una metodología para la actualización y validación de la cartografía digital existente de CR de la IDESF.
Actividad 5.b.2 - Actualizar la cartografía digital existente de CR de la IDESF de Villa Amelia (Santa Fe, Arg.) y evaluar la calidad posicional según estándares ISO.
Actividad 5.b.3 - Revisión bibliográfica sobre transitabilidad de los CR, identificar las propuestas metodológicas, evaluar la factibilidad de la metodología de ONU, y seleccionar definiciones, métodos, criterios y parámetros a utilizar en el presente proyecto.
Actividad 5.b.4 - Diseñar una metodología para determinar la transitabilidad de los CR de la provincia de Santa Fe.
Actividad 5.b.5 - Aplicar la metodología definida en la **Actividad 5.b.4** en el distrito de Villa Amelia (Santa Fe, Arg.).
Actividad 5.b.6 - Vincular los datos de transitabilidad obtenidos en la **Actividad 5.b.5**, a la base cartográfica de CR de Villa Amelia (obtenida en la **Actividad 5.b.2**), y publicar la base cartográfica resultante, en la IDE-UNR y en el RDA-UNR.
Actividad 5.b.7 - Buscar, identificar y seleccionar bibliografía relacionada con la determinación de la población rural a una escala de trabajo más detallada y con la identificación y detección de construcciones rurales (viviendas, galpones, silos, otros), utilizando Teledetección (óptico y radar).
Actividad 5.b.8 - Diseñar una metodología para estimar la población rural dispersa y agrupada, utilizando diversas fuentes y establecer una propuesta metodológica para el cálculo de la proporción de la población rural en el distrito de Villa Amelia que vive a menos de 2 km de una carretera transitable todo el año (ODS 9.1.1).
Actividad 5.b.9 - Estimar el indicador ODS 9.1.1. utilizando la metodología establecida en la **Actividad 5.b.8**.
Actividad 5.b.10 - Elaborar un manual de procedimiento y publicar la metodología desarrollada en la **Actividad 5.b.8** y difundir los resultados obtenidos en la **Actividad 5.b.9** (congresos, jornadas, revistas científicas, repositorio hipermedial UNR y medios de comunicación en general).

Continúa en la siguiente página

Tabla A. Esquema de actividades (continuación)

Objetivo específico 6 (Plan de comunicación)
Actividad 6.1 - Identificar y definir las necesidades de comunicación, establecer objetivos y metas para cada uno de los objetivos del presente proyecto, identificar y segmentar al público objetivo en interno y externos, seleccionar canales y herramientas de comunicación digital, presencial y tradicional, y definir un cronograma detallado de las acciones/tareas de comunicación, estableciendo tiempos y asignando funciones.
Actividad 6.2 - Ejecutar el cronograma detallado de las acciones/tareas de comunicación, estableciendo tiempos y asignando funciones, monitorear la implementación del Plan de Comunicación, y evaluar el alcance, impacto y efectividad de las estrategias de comunicación utilizando estadísticas básicas.

Fuente: elaboración propia.

Tabla B. Cronograma de actividades

1. Identificación de áreas																		
	Mes																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1,1	X	X																
1,2			X	X	X													
1,3						X												
1,4							X	X										
2. Implementación IDE																		
	Mes																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2,1	X	X																
2,2		X	X	X														
2,3			X	X	X													
2,4				X	X	X												
2,5						X	X	X										
2,6									X	X	X							
2,7												X	X	X				
2,8												X	X	X	X	X	X	X

Continúa en la siguiente página

Tabla B. Cronograma de actividades (continuación)

3. Vinculación RDA-IDE																		
	Mes																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
3,2			X															
3,3				X	X													
3,4						X												
3,5							X	X	X									
3,6										X								
3,7											X							
3,8												X	X	X	X	X	X	X
4. Calidad IG																		
	Mes																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
4,1	X	X	X	X	X													
4,2						X												
4,3							X	X	X	X	X							
4,4												X	X	X	X	X	X	X
5.a. Huella urbana																		
	Mes																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
5.a.1	X	X																
5.a.2	X																	
5.a.3		X																
5.a.4			X	X														
5.a.5			X	X														
5.a.6			X															
5.a.7			X	X														
5.a.8					X	X												
5.a.9							X											
5.a.10								X	X									
5.a.11										X								
5.a.12											X	X	X	X				
5.a.13										X	X	X	X	X	X	X	X	X

Continúa en la siguiente página

Tabla B. Cronograma de actividades (continuación)

5.b. Caminos rurales																		
	Mes																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
5.b.1	X	X	X															
5.b.2			X	X	X													
5.b.3	X	X	X	X														
5.b.4				X	X													
5.b.5						X	X	X										
5.b.6								X	X	X								
5.b.7					X	X	X											
5.b.8								X	X	X								
5.b.9											X							
5.b.10												X	X	X	X	X	X	X
6. Plan de comunicación																		
	Mes																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
6,1	X	X	X	X														
6,2					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: elaboración propia.

Observatorio del Gran La Plata
Hacia la conformación de un Nodo IDE Institucional

Greater La Plata Observatory
Toward the Formation of an Institutional SDI Node

Observatório do Grande La Plata
Rumo à formação de um Nodo IDE Institucional

Emiliano Alvarez Zanelli[*1], *Dante Andrés Barbero*[1]

1 Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC), Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU), CONICET y Universidad Nacional de La Plata (UNLP).
**ealvarezzanelli@gmail.com*

Resumen: El Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido disponía, previo al desarrollo del presente trabajo, de un repositorio en el cual se almacenaban los datos geográficos producidos por los investigadores de las diferentes líneas de investigación. Esto generaba ciertas limitaciones, como la desactualización de datos, la modificación/edición en función de un objetivo particular, la pérdida de metadatos, la imposibilidad de acceso, consulta y procesamiento on-line de los datos, etc. A los efectos de superar este inconveniente, en este trabajo se presenta la metodología (y las herramientas utilizadas) desarrollada para la creación de un geoportal -futuro Nodo IDE- que funciona como observatorio de aspectos vinculados al territorio/hábitat en la región del Gran La Plata (municipios de La Plata, Berisso y Ensenada). Este observatorio permitirá el almacenamiento, consulta, procesamiento y descarga de información territorial generada por integrantes del instituto y otras fuentes de información. El geoportal desarrollado utilizando GeoNode constituye una herramienta útil que puede ser utilizada como soporte a la toma de decisiones en cuestiones territoriales y además cumple con normativas vigentes en términos de datos abiertos y de acceso a la información pública.

Palabras clave: *GeoNode, geoportal, hábitat, territorio, nodo académico.*

Abstract: Prior to the development of this project, the Institute for Research and Policies on the Built Environment maintained a repository where geographic data produced by researchers across its various research lines were stored. This arrangement presented several limitations, including data obsolescence, ad hoc modification or editing for specific objectives, loss of metadata, and restricted online access, consultation, and processing capabilities.
To address these issues, this paper presents the methodology and tools employed to develop a geoportal—an initial step toward establishing a Spatial Data Infrastructure (SDI) node—that functions as an observatory of territorial and habitat-related aspects within the Greater La Plata region (including the municipalities of La Plata, Berisso, and Ensenada). This observatory enables the storage, consultation, processing, and download of territorial information generated by institute members and other data sources.
Developed using GeoNode, the geoportal represents a valuable tool to support decision-making on territorial matters while complying with current open data and public information access regulations.

Keywords: *GeoNode, geoportal, habitat, territory, academic node.*

Resumo: Antes do desenvolvimento deste projeto, o Instituto de Pesquisas e Políticas do Ambiente Construído mantinha um repositório no qual eram armazenados os dados geográficos produzidos pelos pesquisadores de suas diferentes linhas de investigação. Essa estrutura apresentava diversas limitações, como a desatualização dos dados, a modificação ou edição para fins específicos, a perda de metadados e a impossibilidade de acesso, consulta e processamento on-line das informações.
Com o objetivo de superar essas limitações, o presente trabalho apresenta a metodologia e as ferramentas utilizadas para a criação de um geoportal, etapa inicial na formação de um nó de Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE), que atua como observatório de aspectos territoriais e habitacionais da região do Grande La Plata (municípios de La Plata, Berisso e Ensenada). O observatório permitirá o armazenamento, a consulta, o processamento e o download das informações territoriais geradas pelos integrantes do instituto e por outras fontes de dados.
Desenvolvido com o uso do GeoNode, o geoportal constitui uma ferramenta valiosa para apoiar a tomada de decisões sobre questões territoriais, além de cumprir as normas vigentes relacionadas a dados abertos e ao acesso público à informação.

Palavras-chave: *GeoNode, geoportal, habitat, território, nó acadêmico.*

INTRODUCCIÓN

El Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC) es una Unidad Ejecutora de Investigación Científico-Tecnológica de doble dependencia, del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Se creó en el año 2009 a partir de una larga trayectoria, inicialmente como Instituto de Arquitectura Solar (IAS) en el período 1976-1986, y luego como Unidad de Investigación (UI) Nro. 2 y Nro. 6b del Instituto de Estudios del Hábitat (IDEHAB) desde 1986 a 2009. Parte de los investigadores, becarios y administrativos de ambas UI, conforman en la actualidad el IIPAC. (https://iipac.unlp.edu.ar/)

Las transformaciones tecnológicas/digitales que sucedieron a lo largo de los años fueron capitalizadas por el equipo de investigación logrando en los últimos años obtener diversas y heterogéneas bases de datos geográficas que surgen del devenir de las investigaciones sobre el territorio, principalmente, en el área del Gran La Plata (La Plata, Berisso y Ensenada), comprendiendo una superficie de 228 km^2.

La información geográfica generada, elaborada y/o procesada utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG) con *software* de escritorio, tal como sucede en la mayoría de los institutos de investigación de temáticas territoriales, queda resguardada por los investigadores en sus máquinas personales y discos externos, dificultando (e incluso prohibiendo) el acceso público, la actualización y permanencia en el tiempo. Hasta antes del presente desarrollo, los servicios de almacenamiento en la nube (servidores remotos) han agilizado la dinámica de intercambio de la información, pero esto sólo ha otorgado una mínima respuesta a la dinámica de trabajo interna, funcionando como un repositorio de la información geográfica. Dicho repositorio contenía 305 archivos organizados en 12 carpetas totalizando un tamaño de 2,02 GB. La información geográfica estaba organizada por escala: país, provincia, región Gran La Plata, y municipios/departamentos.

Con el objetivo de buscar promover la transparencia y el acceso a la información a la comunidad, especialmente respecto a los datos geoespaciales bajo la premisa de los Datos Abiertos, el IIPAC inició la tarea de recopilar y sistematizar los objetos geográficos obtenidos en los últimos 20 años, comenzando un proceso de catalogación bajo los estándares que recomienda la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA), como así también, promoviendo la generación de información geográfica de múltiples usos, es decir, no sólo sesgada al objetivo de una investigación en particular.

En el año 2022 se presentó el proyecto *Inclusión social del hábitat popular. Observatorio del Hábitat Popular en el Gran La Plata* (OHP-GLP) (PICT-2021-I-A-00591) que fue aprobado para el período 06/2023-05/2026 y en el cual se consideró

> *Desarrollar una herramienta de carácter democrática, abierta, flexible e interactiva, para el diagnóstico, detección, evaluación e información calificada, para la toma de decisiones.*

En simultáneo, el CONICET aprueba el Proyecto de Unidad Ejecutora (PUE), *Construcción de conocimientos y argumentos de políticas alternativas orientadas al mejoramiento del hábitat y al fortalecimiento del desarrollo local y regional, en el contexto actual. Caso de aplicación: región del Gran La Plata* en el cual uno de sus objetivos plantea

> *Desarrollar una estructura conceptual, metodológica y operativa orientada a la construcción de un Observatorio del hábitat para el Gran La Plata (OHAB-glp), de carácter público e interactivo, integrando distintas problemáticas sociales, territoriales y ambientales.*

Tal observatorio tendría un acceso diferenciado a los datos, facilitando la visualización de objetos geográficos específicos según el perfil del observatorio, como así también la adecuada creación de mapas predefinidos.

MÉTODOS Y FUENTES UTILIZADOS

A partir del reconocimiento de las necesidades comunes del Instituto, y con vínculos de confianza de años de trabajo conjunto, se logró empoderar a un responsable técnico para unificar gran parte de la información geográfica en un repositorio (disco físico) con la premisa de poner en valor los productos a través de su visualización en un futuro geoportal. Debido a que cada objeto geográfico debe incluir sus metadatos, se implementó un Formulario Google (aplicación web) para facilitar la carga de los metadatos por parte de los investigadores productores de dicha información. El proceso de verificación de cada capa geográfica, su adecuación y normalización, para permitir la interoperabilidad de los datos, quedó a cargo del personal técnico responsable.

Al comenzar el proyecto del Observatorio, resultó de gran ayuda las sugerencias y recomendaciones de la experiencia que tuvo la creación de la IDESoB (Infraestructura de Datos Espaciales del Sudoeste Bonaerense). En función del conocimiento inicial, se realizó un diagnóstico para conocer la información y los recursos disponibles y faltantes. En cuanto a los datos e información y sus diferentes formatos, se contaba con Información geográfica (*shapefiles*) propios, generados por los investigadores; Información geográfica (*shapefiles*) *base* extraídos de otras fuentes; planillas en formato Excel con datos no geográficos; documentos de texto (*PDF/word*) de información no geográfica, mapas/planos/imágenes satelitales georreferenciados; mapas PDF o en algún formato de imagen no georreferenciados. En cuanto a lo que el Instituto consideraba importante y no se disponía, se encontraba el acceso a un servidor o servicio de *hosting*, un dominio *web* y el personal de soporte informático.

Debido a lo expuesto se tomó la decisión de llevar adelante el proceso de desarrollo de un geoportal, destinando a personal (CPA, CONICET) para dicha tarea, obteniendo apoyo expreso por parte de los investigadores para la ceder la información geográfica para su difusión, y destinando equipamiento informático básico. Para resolver la demanda se definió que era necesario un sistema o paquete tecnológico que sea operativo, simple, gratuito, seguro, de bajo mantenimiento, con diferente tipo de acceso por perfil de usuario, que sirva como repositorio de datos e información y a la vez como visualizador interactivo y con posibilidad de descarga de datos. Se planteó utilizar *software* libre y de código abierto (*free and open-source software*), instalando para ello el

siguiente *stack* tecnológico en el entorno local (*localhost*) de una máquina de escritorio destinada al proyecto:

- Geoserver (servidor de información espacial).
- PostgreSQL (gestor de base de datos).
- PostGIS (adaptador de PostgreSQL a base de datos espacial).
- PgAdmin (administrador de la base de datos).
- GeoNetwork (carga y edición de metadatos).
- QGIS (gestión de la información geográfica).

De esta manera, se desarrollaron los primeros geoservicios de prueba, y se los pudo conectar y visualizar dentro de la Intranet del Instituto. Se avanzó en un visualizador de mapas utilizando Argenmap, pero al no permitir la generación de diferentes perfiles de usuarios, se descartó avanzar por esa línea de trabajo.

Del estudio y visualización de otros geoportales se definieron los mínimos contenidos que se consideraba que debería tener el geoportal del OGLP:

- Ingreso/Seguridad: 3 perfiles (administradores, personal IIPAC, externos).
- Información del observatorio.
- Sección de novedades/noticias.
- Acceso a redes sociales/contacto.
- Vínculos a sitios web de interés.
- Descripción de los índices/indicadores propios del observatorio.
- Tablero de control de los índices/indicadores (números, tablas, gráficos).
- Acceso a publicaciones para su visualización y descarga.
- Acceso al catálogo de objetos geográficos con posibilidad de descarga.
- Acceso a un visualizador de mapas con conexión a geoservicios.

En simultáneo, se confeccionó un inventario de la información que disponía el Instituto, poniendo especial énfasis en los objetos espaciales claves que requería el observatorio, con dimensiones y categorías de agrupamiento predefinidas. La base de datos se estructuró, para su tratamiento en el Geoportal, en función de las siguientes dimensiones: Uso del suelo, Vivienda y población; Energía y ambiente; Desarrollo urbano y espacio público; Economía y producción; Gestión.

Al avanzar con la búsqueda de soluciones, una de las opciones que mejor se adecuaba a cubrir con la demanda era el sistema *GeoNode*. Se analizaron geoportales existentes creados con este sistema y se concluyó que era una alternativa que cubría todas las necesidades mencionadas anteriormente. *GeoNode* es un Sistema de Gestión de Con-

tenido Geoespacial de Código Abierto, una aplicación y plataforma en la web para desarrollar Sistemas de Información Geográfica (GIS) y para desplegar Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE). El *stack* tecnológico detrás del *GeoNode* es similar al que se había iniciado en el entorno local: *GeoNode* se comunica a través de una Interfaz de Programación de Aplicaciones (API) a *GeoServer* y/o directamente a *PostGis*. *GeoNetwork* es la aplicación de catálogo para gestionar recursos referenciados espacialmente. Contiene un visor de mapas interactivo basado en *OpenLayers* que proporciona acceso a servicios estandarizados por el *Open Geospatial Consortium* (OGC). *GeoExplorer* es el visualizador de mapas que utiliza *GeoNode*, y está desarrollado con un *framework* de desarrollo *web* desarrollado en lenguaje *Python* denominado *Django*, el cual adopta el patrón de arquitectura de *software* conocido como MVC, *Modelo-Vista-Controlador*, característico en interfases de sistemas desarrollados bajo el paradigma de la *programación orientada a objetos* (POO).

Se realizaron numerosas pruebas de instalación del *software GeoNode* en máquinas virtuales con sistema operativo *Linux*, sin lograr su correcto funcionamiento. En la búsqueda de equipos de trabajo que pudieran colaborar para cumplir con el objetivo propuesto, se iniciaron contactos con el Centro de Investigación LIFIA de la Facultad de Informática (UNLP). Finalmente, a través de un convenio de colaboración, se obtuvo asesoramiento para la instalación y el manejo inicial del *GeoNode*, un espacio físico y de memoria RAM a demanda en el servidor, y el acceso a una máquina virtual con sistema operativo *GNU/Linux*, en la cual se instaló el software GeoNode utilizando un sistema de contenedores (*software Docker*).

Con el sistema *GeoNode* se buscó simplificar el manejo del *stack* tecnológico planteado inicialmente, permitiendo la carga y visualización de los objetos geográficos de manera simple e intuitiva, aunque por ahora, con un diseño de geoportal predeterminado por el software.

Para poder llevar a cabo el proceso mencionado anteriormente, se realizaron las siguientes tareas:

- Carga y administración de datos propios del IIPAC (*shapefiles*, GeoTIFF, etc.).
- Carga y configuración de estilos de capas.
- Publicación y visualización de datos en *GeoNode* bajo diferentes perfiles de usuarios.
- Adecuación de tablas de atributos y nomenclaturas cumpliendo con la catalogación de objetos geográficos propuesta por IDERA.
- Carga de metadatos.
- Visualización de mapas predefinidos y tableros de control (*dashboards*).
- Obtención de geoservicios propios (WMS, WFS, WCS).

Si bien en un comienzo, la propuesta buscaba democratizar los datos y la información a través de un portal *web* con acceso a un visor de mapas, al avanzar en el estudio de la temática, se decidió iniciar el desarrollo de un geoportal con el objetivo futuro de

desarrollar un Nodo IDE Institucional (Figura 1). A finales del año 2024 el IIPAC se adhirió a IDERA para dar inicio a esta nueva etapa, tomar conocimiento de los estándares vigentes, recibir asesoramiento, y mantener un vínculo. En breve se espera también la adhesión a la IDE de la provincia de Buenos Aires (IDEBA), de la cual también se utilizan Datos Básicos y Fundamentales (DByF).

Los Nodos IDE son *centros de información geográfica* que constituyen la estructura en red de una IDE. Cada nodo, generalmente asociado a un organismo, administra un grupo de datos de una misma temática y es responsable por la gestión y publicación de los mismos.



Figura 1. Categorías de nodos IDE. Fuente: https://www.idera.gob.ar/index.php/implementacion-de-una-ide/introduccion-a-las-ide

Se considera que un Nodo IDE del Gran La Plata (GLP) debería integrar toda la información geográfica que se genera en el territorio del GLP, por ejemplo, todos los ámbitos de la UNLP-CONICET que generan información geográfica se podrían reunir en un único Nodo IDE, pero este es un desafío que requeriría de un fuerte aval político de las Instituciones participantes para llevarlo adelante. En el caso del Nodo IDE del IIPAC, se busca materializar una IDE Institucional, que agilice y potencie los trabajos de investigación internos, pero que, a la vez, agregue valor a los productos obtenidos a través de su publicación abierta a la comunidad.

Teniendo en cuenta toda la información geográfica que se ha generado y se sigue produciendo en el instituto, ya sea para uso interno o para publicar y compartir para su uso y aprovechamiento público, se puede definir el objetivo, la misión y la visión del Nodo de integración local IDE-Gran La Plata, en los siguientes términos:

Objetivo: Integrar y brindar acceso abierto e interoperable a la información geográfica y no geográfica, elaborada por las distintas líneas de investigación del sistema académico-científico del IIPAC.

Misión: Integrar, normalizar, catalogar y mantener actualizados los objetos geográficos y la información generada en el IIPAC, ofreciendo un geoportal para su visualización, procesamiento y descarga.

Visión: Promover la publicación y difusión de la información geográfica que se produce en el IIPAC, agregando valor a los datos y la información generada, manteniendo su fuente y respetando la correspondiente propiedad intelectual.

Este tipo de desarrollo permite la puesta en valor de la información, a través de su sistematización, la carga de metadatos, el acceso libre para uso interno/externo a través de un sitio *web*. Tanto los datos como la información que se obtiene y genera en los diferentes grupos de investigación del Instituto pasan a estar disponibles para su uso externo e interno de manera libre e interoperable, y cuentan con sus correspondientes metadatos (origen, fuente, fecha, etc.).

En esta etapa inicial del geoportal, se prioriza como objetivo la gestión de los datos (controlar, verificar, normalizar, cargar, resguardar y poner a disposición los objetos geográficos), pero el fin último es la gestión basada en los datos, que es un enfoque metodológico por el cual una ciudad/territorio (en este caso la Región del Gran La Plata) toma decisiones basadas en los datos. Para que esto último sea posible, los equipos de investigación deben generar información útil, pertinente y adecuada en tiempo y espacio, y compartir/visibilizar a través de un geoportal para su aplicabilidad a la gestión pública, a las organizaciones sociales, a empresas, etc..

En relación a la organización del futuro Nodo IDE, y de acuerdo a los componentes organizativos definidos por IDERA, se detallan a continuación cada uno de ellos:

- Componente Político (Políticas y acuerdos, Marco legal, Capacitación)

El proyecto del Nodo IDE del GLP se sitúa en el marco de los proyectos OHP-GLP (PICT-2021-I-A-00591) y PUE (Proyecto de Unidad Ejecutora, CONICET). En cuanto a los acuerdos, existe una cooperación con el Centro de Investigación LIFIA perteneciente a la Facultad de Informática de la UNLP, quienes nos ofrecen el servicio de *hosting* (servidor), como así también, capacitación y soporte en el manejo del *GeoNode*. Se prevé en un futuro la articulación e involucramiento de otros equipos de trabajo del sistema académico-científico local.

- Componente Tecnológico (*Hardware* y *Software*, Lenguaje unificado, Normas y estándares)

El geoportal se desarrolló utilizando el Sistema de Gestión de Contenidos *GeoNode*, que es una aplicación que cumple con los estándares propuestos por IDERA, y que considera el Marco Integrado de Información Geoespacial (IGIF) del Comité de Expertos de las Naciones Unidas sobre la Gestión Global de la Información Geoespacial (UN-GGIM). Cabe aclarar, que al trabajar con bases de datos y servicios de publicación de mapas de open source avalados por el *Open Geospatial Consortium* (OGC), por ejemplo, en GeoNode, se cumplen los mínimos requisitos y los objetos geográficos se pueden compartir de igual modo, pero esto no garantiza la interoperabilidad y/o la adecuada carga de metadatos.

• Componente Geográfico (Servicios, Metadatos de datos y servicios, Datos básicos y fundamentales)

Los objetos geográficos producidos por el Instituto se compartirán a través de los diferentes tipos de geoservicios (WFS, WMS, etc.) con posibilidad de obtener un usuario registrado de libre acceso (Usuario Externo) para visualización, procesamiento y descarga de determinados objetos geográficos que se encuentran finalizados y de libre disponibilidad, mientras que los datos básicos y fundamentales se conectarán al geoportal a través de los correspondientes geoservicios para la elaboración de mapas predefinidos.

Por la escala del área de estudio (GLP), algunos DByF se ajustaron previamente (por ejemplo: corrección de topología en límites de partidos) y quedaron disponibles como capas de información (con sus respectivos metadatos) para mejorar su usabilidad en el portal (aún conociendo el riesgo que implica su desactualización). En relación a los metadatos, es una información indispensable para los potenciales usuarios, pero también lo es para asegurar la fuente y propiedad de los datos, potenciando la publicación de nuevos objetos geográficos.

• Componente Social (Productores de datos, Proveedores de servicios, Desarrolladores, Usuarios básicos y avanzados, Comunidades IDE, Personal)

El productor de datos es el IIPAC, institución pública perteneciente al CONICET-UNLP, que es el responsable de los datos y de su correspondiente actualización. El propio *GeoNode* utilizado permite la generación de los geoservicios. El geoportal y los datos compartidos son posibles de utilizar por todo tipo de usuario. La interacción entre investigadores y el personal responsable es clave para garantizar el acceso a los datos, la revisión de la componente geográfica (topología), revisión de la componente alfanumérica (tabla de atributos), definición de simbología (estilo de capa), etc. Este vínculo no sólo tiene la finalidad de compartir y resguardar los datos, sino asegurar su actualización, apoyar la mejora continua de los mismos, y aumentar la visibilidad y usabilidad de la información.

RESULTADOS

La utilización del *software GeoNode* permitió resolver la demanda y se han superado las expectativas iniciales, cumpliendo ampliamente los objetivos que tenía el proyecto. A saber: desarrollar una herramienta de carácter democrática, abierta, flexible e interactiva, para el diagnóstico, detección, evaluación e información calificada, para la toma de decisiones relacionadas al hábitat en la región del Gran La Plata. La herramienta a desarrollar debía permitir la carga, consulta, procesamiento y descarga de información del GeoPortal.

Es importante aclarar que fue clave para el proyecto, la vinculación con el LIFIA, su asesoramiento, acompañamiento técnico y la cesión del espacio en un servidor.

Si bien resta continuar con su desarrollo, la herramienta del Geoportal es una mejora tecnológica significativa para el IIPAC, útil en todas sus líneas de investigación, como prueba del cumplimiento de los objetivos anteriores, se presentan a continuación algunas figuras que dan cuenta de ello (Figuras 2, 3 y 4).

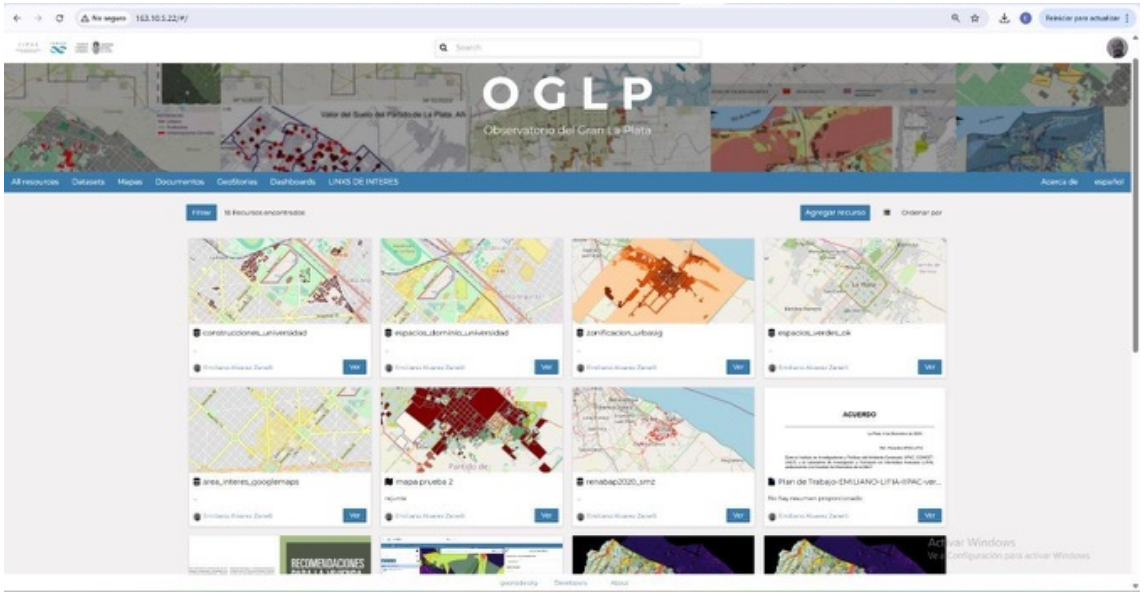


Figura 2. Página inicial del GeoPortal desarrollado

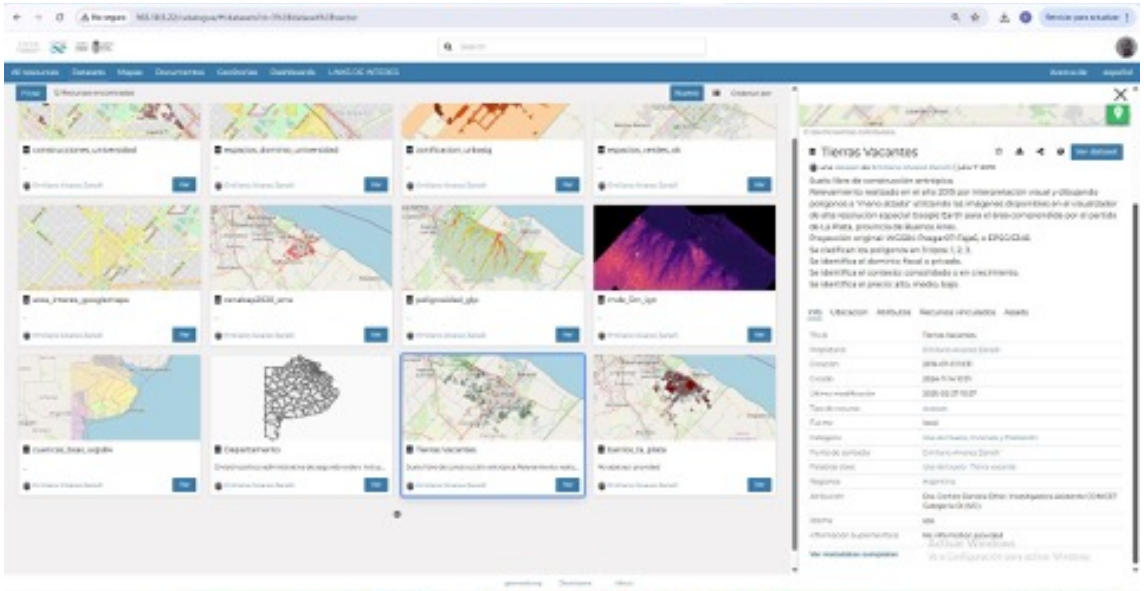


Figura 3. Metadatos de capa al inicio del GeoPortal

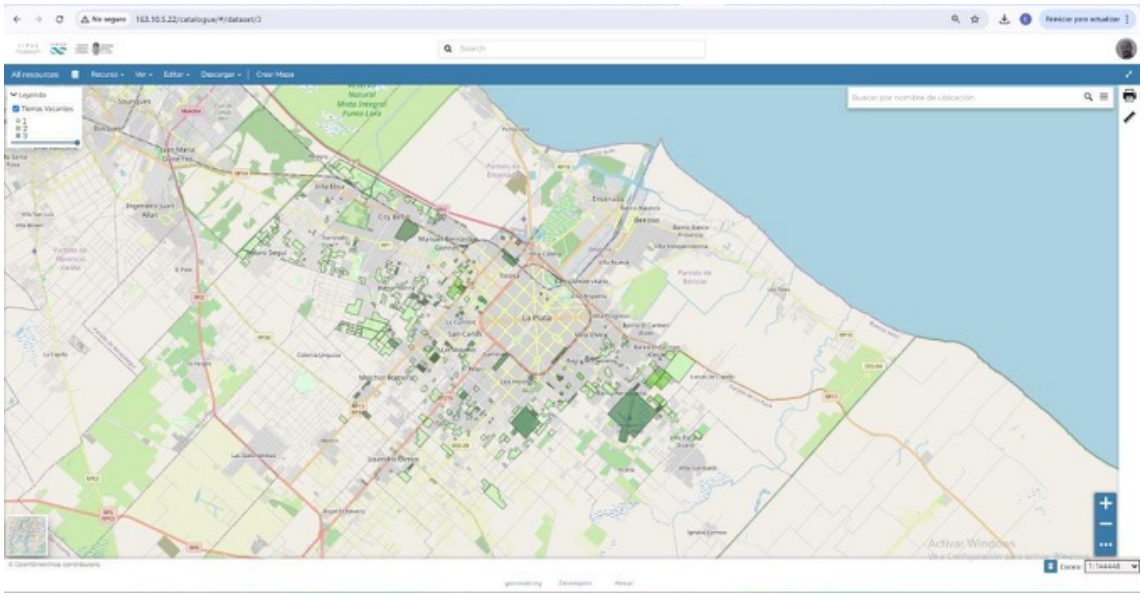


Figura 4. Visor de capas geográficas del GeoPortal (ej. de objetos geográficos con su estilo predefinido)

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El desarrollo de la metodología presentada ha permitido la creación de un Observatorio capaz de almacenar, consultar, procesar y descargar información vinculada a las temáticas territoriales que abordan las diferentes líneas de investigación del IIPAC.

En consecuencia, el GeoPortal desarrollado constituye una herramienta útil que puede ser utilizada como soporte a la toma de decisiones en cuestiones territoriales y, al mismo tiempo, cumple con normativas vigentes en términos de datos abiertos e información pública, entre otras.

Entre las propuestas de continuidad y mejora del Geoportal, se listan las siguientes:

- Continuar con la carga de información geoespacial, la verificación de topología, adecuación de nomenclaturas, adecuación de tablas de atributos, carga de metadatos, etc..
- Continuar con la asignación de acceso por tipo de usuario y mejorarlo (Administradores, Usuario IIPAC, Usuario externo).
- Adquirir un dominio web público para el geoportal del Observatorio.
- Definir cuestiones de seguridad informática para pasar el geoportal desarrollado al estado de producción con acceso público.
- Realizar mejoras de diseño del portal en función de los aportes de los usuarios internos y externos.

• Avanzar la carga de datos e información geoespacial cumpliendo normas y estándares para conformar a futuro un Nodo IDE del Gran La Plata.

AGRADECIMIENTOS

El IIPAC expresa su agradecimiento al LIFIA por el asesoramiento y acompañamiento técnico, así como por proveer el soporte de la infraestructura informática.

También, se agradece la colaboración brindada por la IDESoB al comienzo de nuestro proyecto.

Asimismo, se agradece a los organismos que han contribuido a la financiación de los proyectos: Agencia I+D+i y CONICET.

A los directivos del IIPAC, Dr. Gustavo A. San Juan y Dra. Irene Martini por su vocación para materializar los proyectos.

REFERENCIAS

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. (1 de octubre de 2024). *Ideba*. https://ideba.gba.gob.ar/es

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. (8 de octubre de 2024). *Componentes de una IDE*. IDERA. https://www.idera.gob.ar/index.php/implementacion-de-una-ide/introduccion-a-las-ide#componentes

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. (1 de octubre de 2024). *IDERA*. https://www.idera.gob.ar/

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. (8 de octubre de 2024). *Introducción a las IDE*. IDERA. https://www.idera.gob.ar/index.php/implementacion-de-una-ide/introduccion-a-las-ide#jerarquias

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. (8 de octubre de 2024). *Jerarquías de una IDE*. IDERA. https://www.idera.gob.ar/index.php/implementacion-de-una-ide/introduccion-a-las-ide#jerarquias

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y POLÍTICAS DEL AMBIENTE CONSTRUIDO. CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA. (1 de octubre de 2024). *Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido*. https://iipac.unlp.edu.ar/

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y FORMACIÓN EN INFORMÁTICA AVANZADA. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA. (26 de septiembre de 2024). *LIFIA*. https://lifia.info.unlp.edu.ar/

OPEN SOURCE GEOSPATIAL FOUNDATION. (26 de septiembre de 2024). *What is GeoNode. GeoNode*. https://docs.geonode.org/en/master/about/index.html

OPEN SOURCE GEOSPATIAL FOUNDATION. (26 de septiembre de 2024). *Guía de Inicio Rápido de GeoNode. OSGeoLive*. https://live.osgeo.org/es/quickstart/geonode_quickstart.html

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR. (1 de octubre de 2024). *IDESob*. https://idesob.uns.edu.ar/

La IDE del Conurbano y su interacción con el Observatorio del Conurbano Bonaerense:

Una experiencia de vinculación académica

The SDI of the Buenos Aires Conurbation and Its Interaction with the Conurbano Observatory: An Academic Collaboration Experience

A IDE do Conurbano Bonaerense e sua interação com o Observatório do Conurbano: Uma experiência de vinculação acadêmica

*Nicolás Caloni**[1], *Paula Segovia*[2]

1 Área de Tecnologías de la Información Geográfica y Análisis Espacial, Instituto del Conurbano (ICO), Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS); 2 Observatorio del Conurbano Bonaerense, Instituto del Conurbano (ICO), Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS).
**: ncaloni@campus.ungs.edu.ar*

Resumen: La Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) del Conurbano Bonaerense tiene como propósito principal facilitar el acceso y uso de información geográfica generada en el ámbito académico y promover su interoperabilidad con datos producidos por organismos públicos y privados a escala nacional, regional y local, con el fin de contribuir a la elaboración de políticas públicas y a la investigación territorial. Esta infraestructura se desarrolla en el Área de Tecnologías de la Información Geográfica y Análisis Espacial del Instituto del Conurbano de la Universidad Nacional de General Sarmiento.

Desde hace años, el Observatorio del Conurbano Bonaerense, también dependiente del Instituto del Conurbano, ha mantenido vínculos de colaboración con este espacio, especialmente en relación con la producción y difusión de información socioeconómica, política, urbana y ambiental de la región. Sin embargo, hasta el presente, no se había avanzado de ma-

nera sistemática en la incorporación de la IDE como soporte técnico para la gestión de datos espaciales ni en la producción de cartografía temática interoperable en entornos web.
El presente trabajo expone una propuesta de fortalecimiento de esta articulación orientada a integrar las capacidades de ambas iniciativas para optimizar la visualización, descarga y reutilización de datos territoriales y socioeconómicos vinculados al Conurbano Bonaerense, con miras a mejorar su disponibilidad para la gestión pública, la investigación académica y el acceso ciudadano.

Palabras clave: *Infraestructura de Datos Espaciales, Observatorio del Conurbano, información espacial, información geoespacial académica.*

Abstract: The Spatial Data Infrastructure (SDI) of the Buenos Aires Conurbation aims to facilitate access to and use of geographic information generated within the academic sphere while promoting its interoperability with data produced by public and private organizations at national, regional, and local scales. Its ultimate goal is to contribute to territorial research and the formulation of public policies. This infrastructure is developed within the Area of Geographic Information Technologies and Spatial Analysis of the Institute of the Conurbation at the National University of General Sarmiento.
For several years, the Conurbano Observatory, also part of the same institute, has maintained collaborative links with this area, particularly regarding the production and dissemination of socioeconomic, political, urban, and environmental information about the region. However, until recently, the systematic incorporation of the SDI as a technical support for spatial data management and for producing interoperable thematic cartography in web environments had not been fully developed.
This paper presents a proposal to strengthen this collaboration by integrating the capabilities of both initiatives. The objective is to optimize the visualization, download, and reuse of territorial and socioeconomic data related to the Buenos Aires Conurbation, enhancing their availability for public management, academic research, and citizen access.

Keywords: *Spatial Data Infrastructure, Conurbano Observatory, spatial information, academic geospatial data.*

Resumo: A Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) do Conurbano Bonaerense tem como objetivo principal facilitar o acesso e o uso das informações geográficas produzidas no âmbito acadêmico, promovendo sua interoperabilidade com dados gerados por organismos públicos e privados em diferentes escalas — nacional, regional e local —, com o propósito de contribuir para a formulação de políticas públicas e a pesquisa territorial.

Essa infraestrutura é desenvolvida na Área de Tecnologias da Informação Geográfica e Análise Espacial do Instituto do Conurbano da Universidade Nacional de General Sarmiento.
O Observatório do Conurbano Bonaerense, também vinculado ao mesmo instituto, mantém há vários anos relações de cooperação com essa área, especialmente na produção e difusão de informações socioeconômicas, políticas, urbanas e ambientais sobre a região. No entanto, até o momento, não havia sido desenvolvido de forma sistemática o uso da IDE como suporte técnico para a gestão de dados espaciais nem a produção de cartografia temática interoperável em ambientes web.
O presente trabalho apresenta uma proposta de fortalecimento dessa articulação, visando integrar as capacidades de ambas as iniciativas para otimizar a visualização, o download e a reutilização de dados territoriais e socioeconômicos relacionados ao Conurbano Bonaerense, ampliando sua disponibilidade para a gestão pública, a pesquisa acadêmica e o acesso cidadão.

Palavras-chave: *Infraestrutura de Dados Espaciais, Observatório do Conurbano, informação espacial, dados geoespaciais acadêmicos.*

INTRODUCCIÓN

En el Área de las Tecnologías de la Información Geográfica y Análisis Espacial (TIGyAE) de la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS) se encuentra alojado el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica (LABSIG) del Instituto del Conurbano (ICO), el cual, desde sus inicios en 1998, ha conformado un equipo de profesionales orientados al desarrollo de herramientas destinadas a la producción de información geográfica y la elaboración de cartografía. Estas producciones han servido de base a distintos proyectos de investigación en el ICO y en la UNGS.

Una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) es un conjunto de tecnologías, políticas y estándares destinados a facilitar la disponibilidad, el acceso, el intercambio y la utilización de datos geoespaciales entre diferentes actores institucionales y sociales. La conformación de la IDE del Conurbano Bonaerense (comprendido por la Ciudad de Buenos Aires y los 24 partidos que la rodean) requirió de un marco institucional, una política de datos, un sistema tecnológico que actúe de soporte y un acuerdo en materia de estándares que permita compartir la información entre los diferentes usuarios. Esto se logró a partir de la implementación de varios proyectos de investigación (30/2047; 30/2068; 30/2072) en el año 2011 financiados por el ICO.

En el año 2022, la UNGS recibió financiamiento de la Secretaría de Políticas Universitarias de la Nación para la adquisición de equipamiento informático, en el marco del Programa de Fortalecimiento de las Carreras Informáticas. Así fue como se adquirió un equipo servidor en donde se aloja el gestor de contenidos geoespaciales bajo la plata-

forma *Geonode*[1] , utilizada para implementar la IDE del Conurbano.

En tanto, el Programa Observatorio del Conurbano Bonaerense, establecido en 2013 mediante la Resolución CICO Nº 2398/13, se concibió como un espacio para la producción, difusión e intercambio de información sobre las condiciones socioeconómicas, políticas y urbano-ambientales que definen a la Región Metropolitana de Buenos Aires, así como sobre las políticas públicas e iniciativas sociales que inciden en estas áreas. Su propósito principal es facilitar un acceso abierto a un sistema de información actualizado y de calidad, buscando fortalecer los vínculos entre la Universidad y diversos actores sociales, políticos, instituciones públicas, y la comunidad científica y tecnológica de la región.

El Observatorio se plantea como una plataforma integral que no solo genera y recopila información cuantitativa y cualitativa, sino que también la procesa y sistematiza para comunicar los resultados a través de diversos canales, promoviendo así el intercambio con instituciones y organizaciones colaboradoras. Cabe destacar que las cartografías producidas por el Observatorio del Conurbano Bonaerense gozan de una amplia utilización y visibilidad, frecuentemente posicionándose entre los primeros resultados en las búsquedas de imágenes de los partidos del conurbano en diferentes buscadores. Esto refleja el reconocimiento del Observatorio como un espacio de referencia en la generación y difusión de información geográfica precisa y relevante sobre la región.

Tanto la IDE del Conurbano Bonaerense como el Observatorio del Conurbano Bonaerense comparten objetivos fundamentales en la generación, gestión y difusión de información sobre la región. La IDE proporciona un marco y herramientas para compartir información geográfica entre diversos usuarios e instituciones, mientras que el Observatorio se especializa en la producción e intercambio de información sobre las condiciones socioeconómicas, políticas y urbano-ambientales del Conurbano, buscando fortalecer el vínculo entre la universidad y otros actores sociales. En este sentido, el Observatorio podría considerarse un usuario clave y un generador de contenidos para la IDE, utilizando su infraestructura para el resguardo y la difusión de información y aportando datos y análisis relevantes para la plataforma.

El presente trabajo expone una propuesta de fortalecimiento de esta articulación, con el fin de integrar información geográfica y socioeconómica de manera accesible e interoperable. De este modo, se busca favorecer la producción de análisis territoriales robustos y su aplicación en la investigación académica y la gestión pública.

Antecedentes en la articulación

La IDE del Conurbano ha mantenido desde sus inicios una vinculación con el Observatorio del Conurbano Bonaerense. Como resultado de esta articulación institucional, y en el contexto de la pandemia de COVID-19, se generaron productos específicos orientados a la gestión local y la toma de decisiones, que fueron difundidos a través de

1 https://geonode.org/

distintas publicaciones. Entre ellas se destaca Caloni (2020), donde se analiza el rol de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como aporte a las estrategias territoriales desplegadas frente a la crisis sanitaria en el Área Metropolitana de Buenos Aires. El artículo se incluyó en un *dossier* junto con otros vinculados a temáticas como la economía, el cuidado, la ecología y el trabajo, sólo por mencionar algunas, tratando de responder a la pregunta sobre cómo impacta el COVID-19 en las transformaciones que venían operando en las diferentes áreas de la vida sociourbana y de la intervención estatal.

Asimismo, en el marco de las Jornadas Virtuales de Academia y Ciencia de IDERA 2020, se presentó una sistematización de las acciones desarrolladas por la IDE del Conurbano en el contexto de la pandemia, resaltando la importancia de contar con información georreferenciada para la planificación y gestión de políticas públicas (Caloni, Juárez, Libman y Aragón, 2020). Estas producciones dan cuenta del valor de la articulación existente hasta el momento entre ambos dispositivos institucionales, aunque limitada principalmente a acciones puntuales realizadas en ese contexto particular, para el fortalecimiento de las capacidades locales en el uso de herramientas geoespaciales.

MÉTODOS Y FUENTES UTILIZADOS

Teniendo en cuenta la última actualización de datos censales y la necesidad de actualizar la información disponible en el Observatorio, se propone la articulación de capas de información del Censo de Población, Hogares y Viviendas 2022 realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) dentro de un producto del Observatorio, Perfiles Conurbanos, que consiste en fichas de información estadística desagregada a nivel de los 24 partidos del conurbano, presentada en formato gráfico sobre economía, trabajo, finanzas públicas, hábitat popular, salud, educación, residuos y género.

Dentro de este producto, se utilizan diversas capas, a nivel de radio censal, así como información sobre ferrocarriles, redes viales, localidades, barrios populares, entre otras. Las cartografías de los Perfiles Conurbanos y algunos otros datos destacados, se encuentran también alojadas en las páginas de inicio de los partidos del conurbano, lo que permite incrustar elementos interactivos.

A continuación, se visualiza en la Figura 1 la información geográfica sobre Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) a nivel de radio censal para el Conurbano Bonaerense.

El vínculo a la capa de información es el siguiente:

http://ideconurbano.ungs.edu.ar/layers/geonode_data:geonode:NBI_GBA2

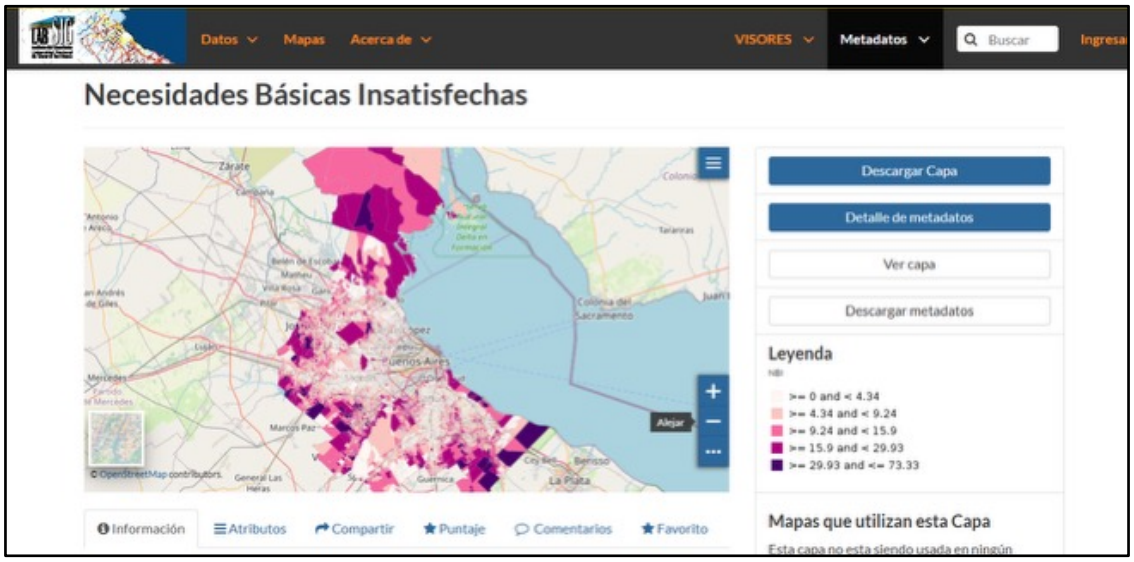


Figura 1. Capa de NBI (IDE Conurbano en base a INDEC)

Podemos mencionar que, entre la información que se prevé articular, a nivel de radio censal, se encuentra la población total, la densidad poblacional (hab/km^2), cantidad de hogares y el porcentaje de hogares con al menos un indicador de necesidades básicas insatisfechas.

La Figura 2 muestra la página de inicio del Partido de Almirante Brown dentro del sitio web del Observatorio, que integra de forma destacada un mapa del Partido como elemento visual descriptivo. Para su elaboración se utilizó información geográfica valiosa, por lo que se destaca la necesidad de mantener una copia de resguardo y de ponerla a disposición en formatos que exceden los habituales del Observatorio, pero que son centrales en la IDE del Conurbano (por ej. archivos en formato *shapefile*).

Además de la integración de datos, la IDE del Conurbano podría cumplir un rol central no sólo en la construcción y resguardo de los datos, sino también en la elaboración de las cartografías finales del Observatorio, considerando la especialización y conocimiento en la aplicación de estándares cartográficos nacionales, y asegurando que las representaciones geográficas producidas por el Observatorio cumplan con las normas y convenciones establecidas. Esta colaboración posibilitaría garantizar la calidad, precisión y coherencia de la cartografía generada, facilitando la interpretación y el uso de la información espacial por parte de los usuarios. En este sentido, cabe destacar que los recursos humanos de los que dispone el Observatorio no necesariamente tienen formación geográfica o cartográfica, sino que se prioriza el perfil asociado al análisis de datos estadísticos de ciencias sociales.



Figura 2. Página de inicio del partido de Almirante Brown con cartografía temática a nivel de radio censal (2010)

Fuente: Observatorio del Conurbano Bonaerense.

CONCLUSIONES

La vinculación entre la IDE del Conurbano y el Observatorio del Conurbano Bonaerense se presenta como una oportunidad estratégica para fortalecer la gestión y el acceso a la información territorial de la Región Metropolitana de Buenos Aires. Mientras que la IDE permite el resguardo y la interoperabilidad de los datos geográficos, además del marco técnico y normativo, el Observatorio produce y comunica la información socioeconómica, política, y urbano ambiental, para lo cual resulta necesario avanzar en la incorporación de soportes cartográficos adecuados provistos por la IDE.

Esta interacción, aún en una etapa inicial de desarrollo, posiciona al Instituto del Conurbano (ICO-UNGS) como un referente clave en la producción, gestión y difusión de conocimiento sobre el conurbano, fortaleciendo su rol como actor central en el estudio y la comprensión de las complejidades de esta región. Se trata de un proceso en construcción, que requiere ser profundizado y consolidado a través del trabajo conjunto entre ambas plataformas, con el fin de complementar capacidades.

REFERENCIAS

CALONI, N. (2020). Los sistemas de información geográfica como aporte a la pandemia. En Observatorio del Conurbano (ed.), 2da. Serie Espacial COVID-19. AMBA resiste. *Actores territoriales y políticas públicas* (pp. 40-44). Universidad Nacional de General Sarmiento. https://observatorioconurbano.ungs.edu.ar/wp-content/uploads/Caloni.pdf

CALONI, N., JUÁREZ , A., LIBMAN, M., & ARAGÓN, L. (2020). La IDE del Conurbano en el contexto de la pandemia de COVID-19. En Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (Ed.), A*ctas de las jornadas virtuales de academia y ciencia de IDERA 2020* (pp. 10-17). Instituto Geográfico Nacional. https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/jornadas/2020/Libro_IDERA_2020.pdf

MIRAGLIA, M. (2017). La Infraestructura de Datos Espaciales del Conurbano Bonaerense (Argentina). *Persona Y Sociedad*, 31(1), 103-125. https://doi.org/10.53689/pys.v31i1.116

OBSERVATORIO DEL CONURBANO BONAERENSE, INSTITUTO DEL CONURBANO - UNIVERSIDAD NACIONAL DE GENERAL SARMIENTO. (s.f.). *Almirante Brown.* https://observatorioconurbano.ungs.edu.ar/?page_id=3198

OBSERVATORIO DEL CONURBANO BONAERENSE, INSTITUTO DEL CONURBANO - UNIVERSIDAD NACIONAL DE GENERAL SARMIENTO. (2021). *Perfiles Conurbanos: fichas municipales*. https://observatorioconurbano.ungs.edu.ar/?page_id=16838

RESOLUCIÓN CICO N° 2398/13 de 2013. Por la cual se crea el Observatorio del Conurbano Bonaerense. 19 de marzo de 2013. Instituto del Conurbano de la Universidad Nacional de General Sarmiento.

BLOQUE 7

Infraestructuras de Datos Espaciales, Sistemas de Información Geográfica, visualización y ordenamiento territorial

Geoportal Post-ciudad
Lecturas de los territorios urbanos argentinos a comienzos del siglo XXI

Post-ciudad Geoportal
Readings of Argentine Urban Territories at the Beginning of the 21st Century

Geoportal Post-ciudad
Leituras dos Territórios Urbanos Argentinos no Início do Século XXI

Sara M. Boccolini[*1]

1 Centro de Investigaciones y estudios sobre Cultura y Sociedad (CONICET-UNC).
**: saraboccolini@gmail.com*

Resumen: Con el objetivo de acercar información territorial compleja a públicos no especializados, presento una experiencia de desarrollo de cartografía digital web aplicada al análisis sociodemográfico de los territorios urbanos de la República Argentina.
A partir de datos censales georreferenciados, se diseñó un geoportal que permite visualizar múltiples variables mediante mapas temáticos interactivos. La metodología combinó criterios técnicos de (a) normalización y selección de indicadores orientados a la comunicación clara de información al público no familiarizado con SIG e IDE; y (b) de usabilidad de la cartografía web, específicamente su responsividad para ser visualizada en distintos dispositivos y las posibilidades de interacción que ofrece a los usuarios.
De esta forma, el proyecto construye cartografía temática accesible y robusta, capaz de fortalecer el conocimiento sobre territorios urbanos en un país cuya tasa de población urbana supera el 92%.
Los resultados validan la eficacia de esta estrategia para representar grandes extensiones territoriales manteniendo un gran nivel de detalle, y para ofrecer información de calidad en formatos accesibles al público especializado y no especializado en SIG e IDE.

Palabras Clave: *estándares geoespaciales, urbanización, cartografía web, datos censales.*

Abstract: Aiming to bring complex territorial information closer to non-specialized audiences, this project develops a digital-cartography web platform focused on the sociodemographic analysis of urban territories in the Argentine Republic.
Based on georeferenced census data, a geoportal was designed to visualize multiple variables through interactive thematic maps. The methodology combined technical criteria for (a) the normalization and selection of indicators oriented toward the clear communication of information to users unfamiliar with Geographic Information Systems and Spatial Data Infrastructures; and (b) the usability of web cartography, particularly its responsiveness across devices and the range of interaction possibilities offered to users.
In this way, the project builds accessible and robust thematic cartography able of enhancing knowledge about urban territories in a country where the urban population rate exceeds 92%. The results validate the effectiveness of this strategy for representing large territorial extensions while maintaining a high level of detail and for providing high-quality information in formats accessible to both specialized and non-specialized audiences in GIS and SDI.

Keywords: *geodata standards, urbanizacion, web cartography, census geodata processing.*

Resumo: Com o objetivo de aproximar informações territoriais complexas de públicos não especializados, este trabalho apresenta uma experiência de desenvolvimento de cartografia digital web aplicada à análise sociodemográfica dos territórios urbanos da República Argentina.
A partir de dados censitários georreferenciados, foi desenvolvido um geoportal que permite visualizar múltiplas variáveis por meio de mapas temáticos interativos. A metodologia combinou critérios técnicos de (a) normalização e seleção de indicadores voltados à comunicação clara da informação para usuários não familiarizados com Sistemas de Informação Geográfica e Infra Estruturas de Dados Espaciais; e (b) usabilidade da cartografia web, especialmente sua responsividade para visualização em diferentes dispositivos e as possibilidades de interação oferecidas aos usuários. Dessa forma, o projeto constrói uma cartografia temática acessível e robusta, capaz de fortalecer o conhecimento sobre os territórios urbanos em um país cuja taxa de população urbana ultrapassa 92%. Os resultados validam a eficácia dessa estratégia para representar grandes extensões territoriais mantendo alto nível de detalhamento e para oferecer informações de qualidade em formatos acessíveis a públicos especializados e não especializados em SIG e IDE.

Palavras-chave: *padrões de geodados, áreas urbanas, cartografia web, processamento de geodados censitários.*

INTRODUCCIÓN

La mayor parte de la población mundial habita en territorios urbanizados desde comienzos del siglo pasado (Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos [UN- Habitat], 2022). Estos territorios urbanizados no sólo concentran el poder político, económico y cultural a escala global, regional y local; además, la población que reside en ellos accede a niveles de calidad de vida relativamente más altos que en áreas rurales debido a la disponibilidad de equipamiento y servicios básicos y especializados, fuentes de trabajo, oportunidades de mejora individual y familiar, entre otras (Boccolini, 2019; Custodio Pallarés, Itatí Palermo & Vigna, 2019). Sin embargo, las áreas urbanas también poseen altos niveles de desigualdad social y económica, ya que los factores socioculturales estructurales son acentuados por el mercado de suelo urbano, políticas públicas de vivienda social y la legislación de ordenamiento territorial (Calderón Cockburn & Aguiar Antía, 2019; Boccolini, 2018, 2017; Elorza, 2016; Cervio, 2015; Czytaljo, 2011).

Estas desigualdades son más profundas en Latinoamérica (Naciones Unidas, CEPAL & CELADE, 2014), y especialmente críticas en Argentina. En efecto, Argentina es uno de los países más urbanizados del mundo, donde el 92% de su población habita asentamientos de más de 2.000 habitantes. Sus regiones metropolitanas albergan a casi 19 millones de personas -el 46% de los habitantes del país (Edwin, 2012). Esto coloca a Argentina muy por encima del promedio de población urbana del mundo (54%), de Europa (75%), Estados Unidos (82,2%) e incluso del resto de Latinoamérica (83%) (CEPAL, 2003; UN-Habitat, 2022).

Todo lo anterior convierte a las regiones metropolitanas argentinas en territorios críticos para el bienestar social y comunitario. Estudiar estos territorios es esencial para desarrollar políticas apropiadas y eficaces que contribuyan a mejorar la calidad de vida individual y comunitaria de un alto porcentaje de los argentinos, aprovechando el potencial del entorno urbano y el soporte natural para un desarrollo más sostenible e inclusivo (UN-Habitat, 2015, 2017, 2020; Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva & Secretaría de Planeamiento y Políticas, 2011; Instituto de Investigación de las Naciones Unidas para el Desarrollo Social, 2011; CEPAL & Naciones Unidas, 2020).

En este marco, planteo las siguientes hipótesis:

- La *cartografía temática* es un instrumento clave para el estudio de los territorios metropolitanos, capaz de mostrar las complejas variables sociales, económicas, productivas y ambientales que definen las estructuras urbanas.

- Instrumentos como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permiten generar este tipo de cartografía en función del procesamiento eficiente de gran cantidad de datos de diversas fuentes y formatos.

- Soportes como los geoportales web institucionales amplían las vías de difusión y acceso a este tipo de información, garantizando su calidad y rigurosidad.

De esta manera, la generación de cartografía temática y su publicación en geoportales pone al alcance del público especializado (técnicos, académicos, investigadores, etc.) y no especializado (organizaciones de base, público en general) información compleja y detallada sobre el desarrollo de los territorios metropolitanos.

En esta línea, se presentan los avances de un proyecto de I+D+i financiado por CONICET, cuyo objetivo principal es generar un geoportal de mapas web que publique información rigurosa pero accesible sobre los territorios metropolitanos en Argentina.

La cartografía temática publicada en ese geoportal es generada como parte del proyecto de investigación *Abordaje post-ciudad como estrategia para reconstruir críticamente las regiones metropolitanas en una era de urbanización generalizada*, procesando datos de fuentes oficiales para construir conocimiento sobre las principales dinámicas de los territorios metropolitanos argentinos.

Con el marco de estas XIX Jornadas IDERA (Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina), se pone el foco en las premisas técnicas de producción del catálogo de mapas, desarrollando en profundidad los criterios aplicados para aprovechar plenamente el potencial de la cartografía temática web en la transmisión de conocimiento.

ANTECEDENTES

Tal como se adelantó, se parte de la premisa de que la gran cantidad de datos y la diversidad de indicadores que requiere la escala y complejidad del estudio de regiones metropolitanas argentinas hacen que el principal insumo I+D+i en el análisis de los procesos de metropolización sea la cartografía temática generada procesando datos geoespaciales en SIG (Gómez Delgado & Barredo Cano, 2005):

Efectivamente, la cartografía temática es esencial en las etapas de construcción de conocimiento (relevamiento y procesamiento de datos espaciales, cuantificación y análisis). También, es indispensable para comunicar resultados, validarlos y transferirlos en acciones colectivas o políticas públicas, consolidándose como un instrumento clave en la articulación entre investigación y transferencia.

Por su parte, los SIG hacen posible incluso la simulación de escenarios territoriales a corto y mediano plazo, esencial para desarrollar y evaluar políticas públicas o monitorear tendencias de desarrollo con miras a una mayor sostenibilidad ambiental (Conesa García, 2004) e inclusión social (Boccolini, 2020a; Czytaljo, 2017; Buzai & Baxendale, 2006; Buzai, 2003).

A pesar de esto, la explotación de este potencial depende directamente de los recursos que tenga cada agente o institución que produce este tipo de datos, lo que se transforma en uno de los principales obstáculos para su generación, difusión y aplicación en distintos medios. Estos medios solían estar limitados a las entidades de gobierno o

académicas que lo producen, a la publicación en artículos en revistas altamente especializadas o eventos científicos (a las que la comunidad no tiene un acceso cotidiano), en el formato tradicional de mapa analógico.

Actualmente, estas limitaciones se han reducido considerablemente con la carga de datos digitalizados a través de geoportales web, lo que facilita su difusión y acceso. Surgen así geoportales institucionales que recopilan información demográfica y territorial de todo el país sobre condiciones socioeconómicas, productivas, de calidad de vida y ambiental, de infraestructura y de riesgo, entre muchas otras. Los datos publicados son utilizados como información de base por agentes del gobierno, la academia y la comunidad en general. Específicamente en Argentina, a nivel nacional destacan el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), el Instituto Geográfico Nacional (IGN), la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), entre otros.

Esta apuesta del Estado argentino se redobla en los últimos años, evolucionando desde el suministro de datos geográficos hacia los servicios basados en la información geográfica: para gestionar esta enorme cantidad de información, organizarla, asegurar su validez y confiabilidad, y mejorar su accesibilidad, se recurre a las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE). Así, surge en 2007 IDERA, como aporte fundamental a la democratización del acceso a datos básicos y fundamentales producidos por el Estado, y a la toma de decisiones en ámbitos públicos, privados, académicos, no gubernamentales y en la sociedad civil. Numerosas IDE a nivel provincial e institucional están asociadas a IDERA, articulando la producción de este tipo de información por parte de cada una de las provincias de la república.

Estas IDE gubernamentales posibilitan el acceso libre a gran cantidad de datos confiables. Su valor reside en la transparencia del proceso de obtención de datos, su normalización[1], la confiabilidad que brinda el respaldo institucional, y su accesibilidad (reduciendo los requerimientos para visualizar o descargar los productos de su base de datos en forma remota), siendo una fuente indispensable de información para el trabajo que llevan adelante diversos equipos de investigación.

Son muy diversos los equipos que aprovechan los datos puestos a disposición por las IDE estatales para reconstruir procesos territoriales; y muchos de ellos hacen uso, a su vez, de IDE propias o geoportales web como instrumento para la difusión de sus resultados.

De esta forma, surgen IDE como las del Centro de Información Metropolitana de la facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo[2] y la del Centro de Investigaciones Geográficas de la Facultad de Ciencias Humanas[3], ambas de la Universidad Nacional de Buenos Aires.

También deben mencionarse los geoportales del Observatorio de Fenómenos Urba-

1 Los estándares de los datos geoespaciales están definidos en las normas ISO 19.100.
2 https://cim.fadu.uba.ar/ide/
3 Con el mapa del Índice de Calidad de Vida elaborado por en conjunto con el ISISTAN-CONICET/ UNCPBA (https://icv.conicet.gov.ar/).

nos y Territoriales de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional del Tucumán[4], el Observatorio del Conurbano Bonaerense de la Universidad Nacional de General Sarmiento[5], el Observatorio Metropolitano del Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo de la Ciudad de Buenos Aires[6], el Observatorio Urbano Local de Buenos Aires Metropolitana[7], el Observatorio Urbano Regional de las Áreas Metropolitanas de Resistencia y Corrientes de la Universidad Nacional del Noreste[8], el Observatorio Urbano Córdoba de las Facultades de Filosofía y Humanidades y de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Córdoba[9], y la Red Nuestra Córdoba[10] –con redes similares en Mendoza, Santa Fe, Rosario, San Martín de los Andes, Buenos Aires y Mendoza-, y muchos otros que, sin ser específicamente IDE, procesan cartográficamente indicadores clave del desarrollo socioeconómico urbano local.

Estos geoportales ponen a disposición de otros académicos, técnicos y la comunidad en general cartografía temática que muestra los resultados obtenidos en investigaciones realizadas a nivel nacional, regional y local. No se limitan a publicar datos básicos, sino que difunden los resultados analíticos de las investigaciones que desarrollan, tanto para servir de insumo básico a otros proyectos como para aportar a la discusión sobre los alcances de los procesos de estructuración de los territorios en una era preeminentemente metropolitana.

Todo lo dicho anteriormente respalda la hipótesis inicial sobre el potencial de un geoportal de mapas temáticos para la producción, difusión y transferencia de I+D+i estratégicos para el desarrollo de políticas de ordenamiento territorial y gestión habitacional. No sólo como un repositorio de información, sino como plataforma innovadora de producción de conocimiento transdisciplinar, generado colectivamente en relación dialéctica con la comunidad, constantemente evaluado, discutido y consensuado; permitiendo la articulación de abordajes altamente especializados -casi crípticos- con lecturas coloquiales y prácticas cotidianas, apuntando a la integración compleja pero accesible para una mejor comprensión de la urbanización en regiones metropolitanas de importancia estratégica a escala nacional y latinoamericana.

GEOPORTAL POST-CIUDAD

En este escenario surge el proyecto de desarrollo del geoportal *Post-ciudad* como instrumento de difusión y transferencia de los resultados obtenidos a lo largo del proyecto de investigación a largo plazo en CONICET.

4 https://observatoriofau.com.ar/
5 http://ideconurbano.ungs.edu.ar/
6 https://observatorioamba.org/
7 http://www.oulbam.com.ar/
8 https://www.arq.unne.edu.ar/our/
9 https://ouc.unc.edu.ar/
10 https://www.nuestracordoba.org.ar/

Tratándose de un proyecto que explora las distintas facetas con que se desarrollan los procesos de urbanización en el territorio, uno de los productos I+D+i principales es la cartografía temática que releva las distintas variables (principalmente socioeconómicas, pero también productivas, políticas y ambientales) que estructuran los territorios urbanizados (Boccolini, 2020a, 2020b, 2021, 2022a, 2022b, 2024). Debido a esto, se genera gran cantidad de cartografía temática enfocada en los procesos urbanos. Sin embargo, como se menciona anteriormente, estos resultados suelen ser publicados en medios académicos altamente especializados como cartografía tradicional (analógica), lo que dificulta su difusión y transferencia.

En consecuencia, publicar estos datos a través de un geoportal permite, en primer lugar, ampliar los canales de difusión; en segundo, publicar los datos en un formato accesible y legible para el público relacionado con los estudios urbanos y regionales, pero no necesariamente especializado en el manejo de información geoespacial. Por último, permite explorar el potencial de la cartografía digital interactiva (para la lectura y análisis de los datos), así como la descarga de los datos generados para utilizarse como referencia en proyectos académicos y técnicos.

En esta instancia se presentan los resultados obtenidos durante la elaboración del catálogo de mapas y la implementación del geoportal *Post-ciudad* en el primer año de proyecto, relacionados con las estrategias de desarrollo de interfaz y diseño y composición de mapas web empleadas para potenciar la legibilidad y usabilidad de estos productos.

En relación a esto, se desarrolla el geoportal, el visor de mapas y cada uno de los mapas temáticos en función de los dos principios básicos planteados por Ian Muehlenhaus (2013):

- Garantizar la accesibilidad y usabilidad en función de la experiencia del usuario.
- Definir el objetivo comunicacional de cada elemento, lo que determina sus características particulares.

A continuación, las premisas que se desprenden de cada principio, según el marco propuesto por este autor.

Premisa 1
Accesibilidad y usabilidad

Este principio parte de la premisa de que la cartografía digital web no tiene lectores, sino *usuarios* que interactúan y manipulan el mapa de acuerdo a sus capacidades, instrumentos disponibles y enfoques particulares. Por lo tanto, la cartografía web debe facilitar distintas formas de acceder a la información presentada en el mapa e interactuar con él. Sumado a esto, debe ser legible y efectivo en distintos dispositivos de visualización.

De acuerdo con esto, los elementos de la cartografía digital web deben ser responsivos a distintos formatos de pantalla y dispositivos móviles, y poder operarse con punteros, teclados o a través de pantallas táctiles. En esta línea, la información de cada mapa debe poder ser visualizada de varias formas, ofreciendo cierta redundancia de comandos.

Otros factores que amplían la accesibilidad es la elección de fuentes compatibles con publicaciones en pantallas de pequeño formato; los esquemas de colores aptos para personas con capacidades visuales diferentes; y la diversidad de idiomas en los que se presenta la información principal.

Premisa 2
Objetivo comunicacional del mapa

El objetivo fundamental de toda cartografía, ya sea digital o impresa, interactiva o no, es siempre el mismo: comunicar y revelar información, conocimiento o transmitir un mensaje a una audiencia (Muehlenhaus, 2013: 12-14). Aunque los datos estén claramente presentados, si no hay un argumento o idea a comunicar, el lector o usuario no podrá hacer un uso cabal del potencial del mapa en sí.

Esto es especialmente importante en la cartografía digital web, donde uno de los principales atractivos es que el usuario puede leer la información de múltiples maneras, y la redundancia de procesos de lectura puede dificultar la transmisión del mensaje.

Debido a esto, el objetivo comunicacional del mapa debe estar definido de antemano, y guiar las decisiones de composición y diseño a lo largo de todo el proceso de composición, pruebas, publicación y monitoreo. Para ello, en cada uno de los elementos del geoportal se plantean las siguientes cuestiones:

- Definir la audiencia pretendida: en este proyecto, pretendo llegar tanto a personas especializadas en geodatos como a especialistas en Estudios Urbanos, Geografía y Ordenamiento Territorial no necesariamente familiarizados con el procesamiento en SIG e IDE. En última instancia, se trata también de hacer legible la información al público interesado pero menos especializado. A pesar de que son de libre acceso en la web), no están pensados para la divulgación a la comunidad en general.

- Definir qué datos comunican el mensaje: trabajo para lograr un equilibrio entre la información disponible sobre un tema y el tipo de datos que transmite mejor la idea o problema sobre el que trata cada mapa. Sumado a esto, se incorpora sólo los datos mínimos que transmiten la idea (o que permiten comprenderla cabalmente) en cada mapa, evitando la sobrecarga de información redundante o superflua.

- Jerarquizar la información a transmitir: se busca que los datos más significativos estén presentes desde el primer momento en que se toma contacto con el mapa, atrapando la atención del usuario, mientras que la información complementaria mantiene un rol secundario de apoyo.

• Definir qué elementos ayudan a que el usuario del mapa reciba el mensaje de forma más efectiva: en línea con lo anterior, si bien el principio de la interacción web debe permitir al usuario diversas maneras de leer o hacer uso del mapa, se evitan elementos que brinden información superflua o que permitan interacciones no relacionadas con el objetivo comunicacional del mapa.

Estas premisas son el marco que estructura todas las decisiones de generación gráfica y funcional en cuanto a composición y jerarquía de los elementos del mapa; incorporación de herramientas de interacción; y visualización de los datos y la información complementaria como color, simbología y tipografía.

A continuación, se describen las etapas de desarrollo del catálogo de mapas y el geoportal propiamente dichos, detallando las particularidades técnicas del proceso.

MÉTODOS Y FUENTES

Etapa 1

Selección de fuentes de datos disponibles

Obtuve los datos primarios de fuentes oficiales:

a) Bases de datos REDATAM de los Censos Nacionales de Población, Hogares y Viviendas de los años 1991, 2001, 2010 y 2022[11] (datos sociodemográficos desagregados por radio censal, gobierno local o localidad censal) disponibles en la web del INDEC (INDEC, 2025a).

b) Bases de datos cartográficos INDEC e IGN para los radios censales de todo el país de los censos 1991, 2001, 2010 y 2022; localidades 2010; gobiernos locales 2022; extensión de aglomerados 2010 y 2022 -disponibles en IGN, 2025; INDEC, s.f.).

c) Datos de población en las islas Malvinas obtenidos del *Falklands Islands 2021 Census Report;* las bases argentinas en Antártida cuentan con la información del Censo 2022 de INDEC; los datos sobre bases antárticas internacionales corresponden a la población máxima en verano según el sitio del *Council of Managers of National Antarctic Programs* (COMNAP) actualizado a 31 de marzo de 2017 (Research Stations in Antarctica, 2025).

d) Geoservicios WMTS (*Web Map Tile Service*) para mapas base de la cartografía digital resultante, obtenidos del IGN (argenmap); de *Google Satellite* (imagen teselada de cobertura de suelo); de *Open Street Maps* (trazado de calles y límites administrativos); y de NASA (imagen teselada de luces nocturnas).

En una primera etapa utilicé el software de acceso libre QGIS para geolocalizar los datos sociodemográficos por radio censal, localidad, gobierno local o aglomerado, según corresponda. En una segunda etapa, utilicé QGIS para calcular indicadores no releva-

11 Los datos oficiales del año 2022 desagregados a nivel de radio censal estuvieron disponibles recién en el segundo semestre de 2024.

dos en los censos, según se detalla en la Tabla 1. Finalmente, exporté como archivos *GeoJSON* (*Geographic JavaScript Object Notation*) tantas capas como fueron necesarias para construir cada mapa temático.

Tabla 1. Capas de datos e indicadores utilizados en cada mapa temático

Mapa	Capas de datos	Indicadores
Distribución de población en Argentina	**Gobiernos locales (2022)**	Nombre
		Provincia
		Cantidad de habitantes
	Localidades (2010)	Nombre
		Provincia
		Cantidad de habitantes
	Extensión de aglomerados urbanos (2010-2022)	Nombre
		Área (km²)
		Cantidad de habitantes
		Densidad de población (hab/ha)
	Radios censales 1991	Departamento
		Provincia
		Radio censal
		Cantidad de habitantes
		Densidad de población (hab/ha)
	Radios censales 2001	Departamento
		Provincia
		Radio censal
		Cantidad de habitantes
		Densidad de población (hab/ha)
	Radios censales 2010	Departamento
		Provincia
		Radio censal
		Cantidad de habitantes
		Densidad de población (hab/ha)
	Radios censales 2022	Departamento
		Provincia
		Radio censal
		Cantidad de habitantes
		Densidad de población (hab/ha)
Contraurbanización en Argentina	**Gobiernos locales (2022)**	Nombre
		Provincia
		Cantidad de habitantes
		Porcentaje de variación en cantidad de habitantes entre 2010 y 2022
	Extensión de aglomerados urbanos (2010-2022)	Nombre
		Área (km²)
		Cantidad de habitantes
		Densidad de población (hab/ha)
	Diferencia de población 1991-2001	Porcentaje de variación en cantidad de habitantes entre 2010 y 2022
	Diferencia de población 2001-2010	Porcentaje de variación en cantidad de habitantes entre 2010 y 2022
	Diferencia de población 2010-2022	Porcentaje de variación en cantidad de habitantes entre 2010 y 2022
	Departamentos	Nombre
		Provincia

Continúa en la página siguiente

Tabla 1. Capas de datos e indicadores utilizados en cada mapa temático (cont.)

Movilidad residencial en Argentina	**Gobiernos locales (2022)**	Nombre
		Provincia
		Cantidad de habitantes
		Porcentaje de variación en cantidad de habitantes entre 2010 y 2022
	Extensión de aglomerados urbanos (2010-2022)	Nombre
		Área (km²)
		Cantidad de habitantes
		Densidad de población (hab/ha)
	Radios censales 2022	Radio censal
		Departamento
		Provincia
		Área (ha)
		Cantidad de habitantes
		Densidad de población (hab/ha)
		Porcentaje de población que no residía en esa localidad hace 5 años
		Cantidad de población que no residía en esa localidad hace 5 años
		Porcentaje de población que residía en otra localidad
		Cantidad de población que residía en otra localidad
		Porcentaje de población que residía en otra provincia
		Cantidad de población que residía en otra provincia
		Provincia en la que residía el mayor porcentaje del indicador anterior
		Porcentaje de población que residía en otro país
		Cantidad de población que residía en otro país
		Porcentaje de población que nació en esa provincia
		Cantidad de población que nació en esa provincia
		Porcentaje de población que nació en otra provincia
		Cantidad de población que nació en otra provincia
		Provincia en la que residía el mayor porcentaje del indicador anterior
		Porcentaje de población que nació en otro país
		Cantidad de población que nació en otro país
		País en la que residía el mayor porcentaje del indicador anterior

Índice de envejecimiento en Argentina	**Gobiernos locales (2022)**	Nombre
		Provincia
		Cantidad de habitantes
		Porcentaje de variación en cantidad de habitantes entre 2010 y 2022
	Extensión de aglomerados urbanos (2010-2022)	Nombre
		Área (km²)
		Cantidad de habitantes
		Densidad de población (hab/ha)
	Radios censales 2010	Radio censal
		Departamento
		Provincia
		Área (ha)
		Cantidad de habitantes
		Densidad de población (hab/ha)
		Índice de envejecimiento
		Porcentaje de población menor a 14 años
		Cantidad de población menor a 14 años
		Porcentaje de población entre 15 y 65 años
		Cantidad de población entre 15 y 65 años
		Porcentaje de población mayor a 65 años
		Cantidad de población mayor a 65 años
	Radios censales 2022	Radio censal
		Departamento
		Provincia
		Área (ha)
		Cantidad de habitantes
		Densidad de población (hab/ha)
		Índice de envejecimiento
		Porcentaje de población menor a 14 años
		Cantidad de población menor a 14 años
		Porcentaje de población entre 15 y 65 años
		Cantidad de población entre 15 y 65 años
		Porcentaje de población mayor a 65 años
		Cantidad de población mayor a 65 años

Continúa en la página siguiente

Tabla 1. Capas de datos e indicadores utilizados en cada mapa temático (cont.)

Tamaño de hogares en Argentina	**Gobiernos locales (2022)**	Nombre
		Provincia
		Cantidad de habitantes
		Porcentaje de variación en cantidad de habitantes entre 2010 y 2022
	Extensión de aglomerados urbanos (2010-2022)	Nombre
		Área (km²)
		Cantidad de habitantes
		Densidad de población (hab/ha)
	Radios censales 2010	Radio censal
		Departamento
		Provincia
		Área (ha)
		Densidad de población (hab/ha)
		Cantidad de hogares
		Promedio de personas por hogar
		Cantidad de hogares de 1 persona
		Porcentaje de hogares de 1 persona
		Cantidad de hogares de 2 personas
		Porcentaje de hogares de 2 personas
		Cantidad de hogares de 3 personas
		Porcentaje de hogares de 3 personas
		Cantidad de hogares de 4 personas
		Porcentaje de hogares de 4 personas
		Cantidad de hogares de 5 personas
		Porcentaje de hogares de 5 personas
		Cantidad de hogares de 6 personas
		Porcentaje de hogares de 6 personas
		Cantidad de hogares de 7 personas
		Porcentaje de hogares de 7 personas
		Cantidad de hogares de 8 o más personas
		Porcentaje de hogares de 8 o más personas
	Radios censales 2010	Radio censal
		Departamento
		Provincia
		Área (ha)
		Densidad de población (hab/ha)
		Cantidad de hogares
		Promedio de personas por hogar
		Cantidad de hogares de 1 persona
		Porcentaje de hogares de 1 persona
		Cantidad de hogares de 2 personas
		Porcentaje de hogares de 2 personas
		Cantidad de hogares de 3 personas
		Porcentaje de hogares de 3 personas
		Cantidad de hogares de 4 personas
		Porcentaje de hogares de 4 personas
		Cantidad de hogares de 5 personas
		Porcentaje de hogares de 5 personas
		Cantidad de hogares de 6 personas
		Porcentaje de hogares de 6 personas
		Cantidad de hogares de 7 personas
		Porcentaje de hogares de 7 personas
		Cantidad de hogares de 8 o más personas
		Porcentaje de hogares de 8 o más personas

Continúa en la página siguiente

Tabla 1. Capas de datos
e indicadores utilizados en cada mapa temático (cont.)

Viviendas vacías en Argentina	**Gobiernos locales (2022)**	Nombre
		Provincia
		Cantidad de habitantes
		Porcentaje de variación en cantidad de habitantes entre 2010 y 2022
	Extensión de aglomerados urbanos (2010-2022)	Nombre
		Área (km²)
		Cantidad de habitantes
		Densidad de población (hab/ha)
	Radios censales 2010	Radio censal
		Departamento
		Provincia
		Área (ha)
		Densidad de población (hab/ha)
		Cantidad de viviendas
		Porcentaje de viviendas vacías
		Cantidad de viviendas vacías
		Porcentaje de viviendas destinadas a uso temporal
		Cantidad de viviendas destinadas a uso temporal
		Porcentaje de viviendas no utilizada como vivienda
		Cantidad de viviendas no utilizada como vivienda
		Porcentaje de viviendas en alquiler o venta
		Cantidad de viviendas en alquiler o venta
		Porcentaje de viviendas en construcción
		Cantidad de viviendas en construcción
		Porcentaje de viviendas destinadas a uso temporal
		Cantidad de viviendas destinadas a uso temporal
		Porcentaje de viviendas donde no hay personas presentes
		Cantidad de viviendas donde no hay personas presentes
	Radios censales 2022	Radio censal
		Departamento
		Provincia
		Área (ha)
		Densidad de población (hab/ha)
		Cantidad de viviendas
		Porcentaje de viviendas vacías
		Cantidad de viviendas vacías
		Porcentaje de viviendas destinadas a uso temporal
		Cantidad de viviendas destinadas a uso temporal
		Porcentaje de viviendas no utilizada como vivienda
		Cantidad de viviendas no utilizada como vivienda
		Porcentaje de viviendas en alquiler o venta
		Cantidad de viviendas en alquiler o venta
		Porcentaje de viviendas en construcción
		Cantidad de viviendas en construcción
		Porcentaje de viviendas destinadas a uso temporal
		Cantidad de viviendas destinadas a uso temporal
		Porcentaje de viviendas donde no hay personas presentes
		Cantidad de viviendas donde no hay personas presentes

Nota: en gris se señalan los indicadores calculados por la autora. Para el cálculo del porcentaje de diferencia en la población entre 2010 y 2022 por localidad se tuvo en cuenta el cambio metodológico en el relevamiento censal: el censo de 2010 relevó localidades censales y el de 2022 agrupó los asentamientos humanos de acuerdo con la jurisdicción de cada gobierno local. Debido a esto, se incluye una nota aclaratoria sobre la posibilidad de haberse atribuido porcentajes de crecimiento mayores a los reales en algunos casos.

Fuente: elaboración propia (2025).

Etapa 2
Desarrollo de cartografía temática web

Para construir cada mapa temático, se integró en QGIS los datos geoespaciales procesados. Se construyó cada uno de ellos con la biblioteca *JavaScript* de acceso libre *Leaflet* 1.9.4, complementandolo con plugins para añadir características que mejoren la legibilidad y usabilidad del mapa: L*eaflet.multicontrol* (@Juan Camilo Clavijo Sandoval); *Leaflet.SlideMenu* (@Masashi Takeshita); *Leaflet.sidepanel* (@Maxwell Ilai); *Leaflet-easyPrint* (@Rowan Winsemius); *Leaflet.MousePosition* (@Ardhi Lukianto); *Leaflet. Resetview* (@Wong Hoi Sing Edison); *Leaflet-locatecontrol* (@Dominik Moritz); *Leaflet-search-master* (@Stefano Cudini). Obtuve los íconos utilizados en los botones en la biblioteca *Font Awesome*, de acceso libre y gratuito.

Los mapas temáticos que he generado hasta este momento tratan sobre variables básicas de los territorios metropolitanos (ubicación, extensión, cantidad y densidad de población), y otras de complejidad media (movilidad residencial y contraurbanización) complementadas con indicadores específicos (índice de envejecimiento, tamaño de hogares, viviendas vacías).

Etapa 3
Desarrollo de la plataforma postciudad.ar y del visor de mapas

Se diseñó y montóel geoportal *Post-ciudad* a partir de una plantilla *WordPress* gratuita, alojándolo en el dominio *postciudad.ar*.

Se recurrió a familias de fuentes de acceso libre de tipo *Google Fonts*, trabajando dentro de una paleta de colores y formas que representan al proyecto y se repiten en cada uno de los mapas publicados en el geoportal.

Etapa 4
Puesta a prueba y ajustes previos

Antes de publicarlos, se puso a prueba los mapas y el geoportal con voluntarios especializados y no especializados en cartografía web, SIG e IDE, pero relacionados con las disciplinas de Geografía, Estudios Urbanos y Arquitectura u Ordenamiento Territorial. Gracias a esto, se realizaron ajustes en función de mejorar la accesibilidad y usabilidad del geoportal y el catálogo de mapas, así como hacer más explícito el objetivo comunicacional de cada mapa.

A lo largo de estas etapas, se aplicaron los principios planteados en Muehlenhaus (2013) presentados previamente.

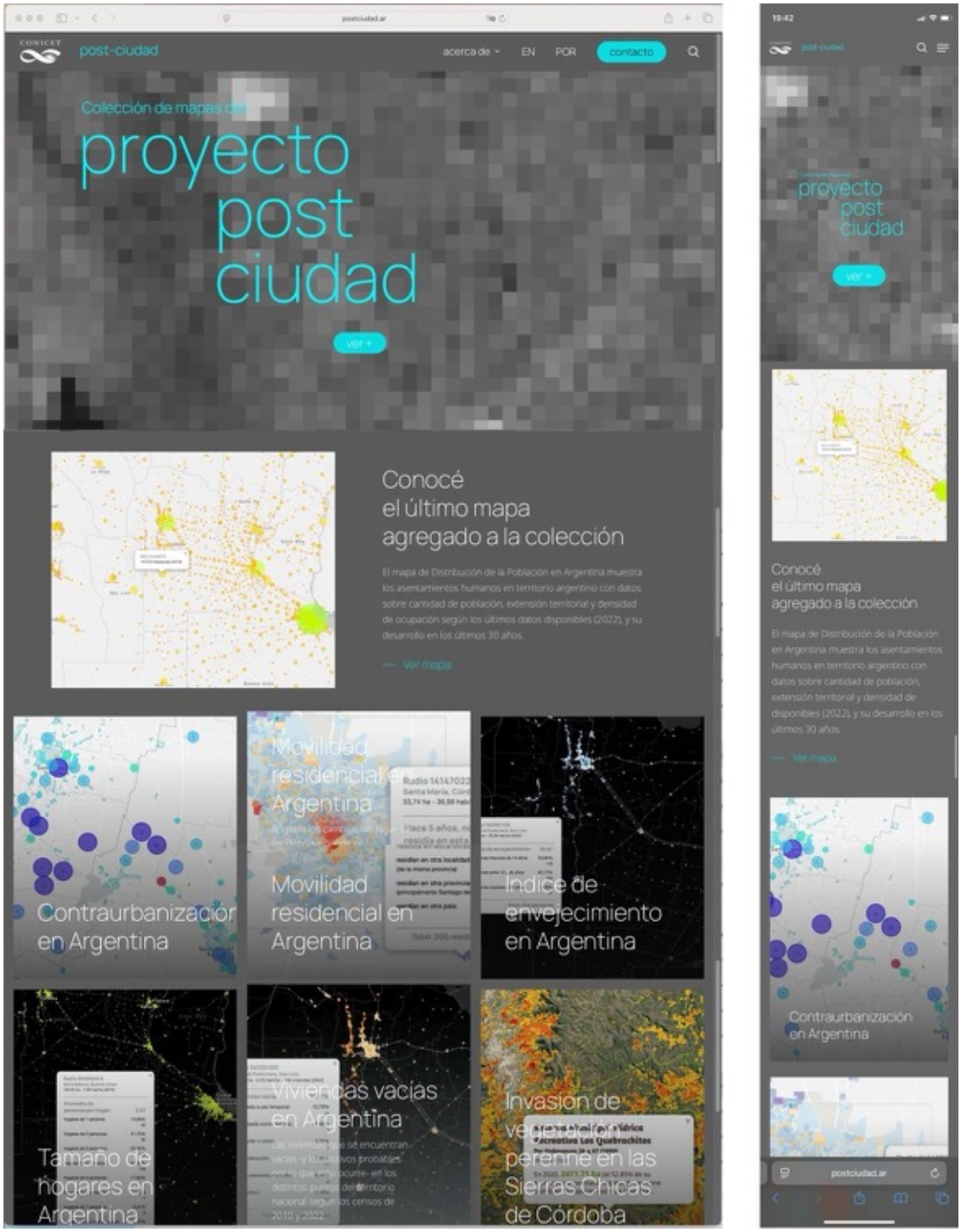


Figura 1. Página principal del geoportal de mapas en una pantalla de escritorio (izquierda) y en un teléfono móvil (derecha)

Nota: el menú principal se encuentra en la parte superior, mientras que el catálogo de mapas se ubica a continuación de la portada.

Fuente: postciudad.ar (2025).

RESULTADOS

El resultado concreto de este trabajo es un catálogo de mapas alojados en el geoportal *post-ciudad.ar*. En la página principal se puede consultar el catálogo de mapas y detalles sobre el proyecto, marco institucional, fuentes de financiamiento, publicaciones relacionadas, contactar con la autora y visualizar los mapas temáticos propiamente dichos, en español, inglés y portugués. El catálogo de mapas de la página principal permite ver una imagen previa con información sintética sobre el contenido de cada mapa, a través de la cual se accede al visor específico de cada mapa (Figura 1).

Aunque todos los mapas se construyen respetando las mismas premisas descritas en la metodología, su importancia relativa, junto a la complejidad de información que muestra cada uno conduce a establecer dos categorías de mapas en el geoportal.

La primera (diferenciada con un mapa base de colores claros) incluye mapas con información esencial sobre fenómenos generales de los territorios urbanizados, como ser la distribución de la población en los territorios urbanos; cómo los territorios urbanos aumentan o disminuyen su población a lo largo del tiempo; o la movilidad de personas desde y hacia los territorios urbanizados (Figura 1).

El resto de los mapas (diferenciados con un mapa base de colores oscuros) se enfocan en un indicador sociodemográfico simple, como el índice de envejecimiento de la población; el porcentaje de viviendas vacantes; o el tamaño de los hogares que habitan los distintos puntos de territorios urbanos. Si bien muestran gran detalle de datos y pueden ser consultados independientemente, no incluyen información adicional, ya que la idea es que funcionen de complemento a los mapas más complejos de la primera categoría, añadiendo capas de datos que enriquezcan las lecturas posibles de los fenómenos urbanos cartografiados (Figura 1).

A continuación, se expone en detalle cómo se reflejaron las premisas de diseño en cada uno de los mapas temáticos publicados en el geoportal hasta el momento.

Premisa 1
Accesibilidad y usabilidad

Trabajo con el objetivo de que los elementos del geoportal sean responsivos a distintos formatos de pantalla y dispositivos móviles y operables con punteros, teclados o a través de pantallas táctiles. También se utilizó familias tipográficas de gran legibilidad en pantalla (utilizando tamaño de fuentes legibles en cada formato y tipos *sans serif*) y combinaciones de colores aptas para personas con capacidades visuales diferentes.

Por otro lado, cada elemento del geoportal aparece con su función definida mediante texto o un ícono simple (y reconocible por la audiencia pretendida) y una etiqueta que lo complemente.

La información de cada mapa puede ser visualizada de varias formas, ya que los mapas poseen cierta redundancia de comandos; sin embargo, he reducido esta redundancia

al mínimo para no incorporar al mapa elementos superfluos.

Finalmente, la totalidad del texto que provee información sobre el geoportal y cada mapa está disponible en español, inglés y portugués.

Premisa 2
Objetivo comunicacional del mapa

Los datos de cada mapa se definen y procesan en función del objetivo comunicacional que planteé previamente.

Se desarrolló la composición de cada mapa, el lenguaje gráfico y la información complementaria en función de la audiencia pretendida, de manera que el mensaje sea transmitido lo más directamente posible. Para lograr esto, trabajo con una composición y una jerarquización de elementos particulares, y aplicó el uso del color y demás elementos de representación visual tal como se detalla a continuación:

Composición y jerarquía visual
de los elementos básicos de cada mapa temático

Los elementos de cada mapa siguen los principios de accesibilidad y usabilidad planteados oportunamente. Además, cada tipo de elemento se mantiene constante en forma, color, ubicación y operatividad en todos los mapas para facilitar la familiaridad del usuario a medida que explora el catálogo (Figura 2).

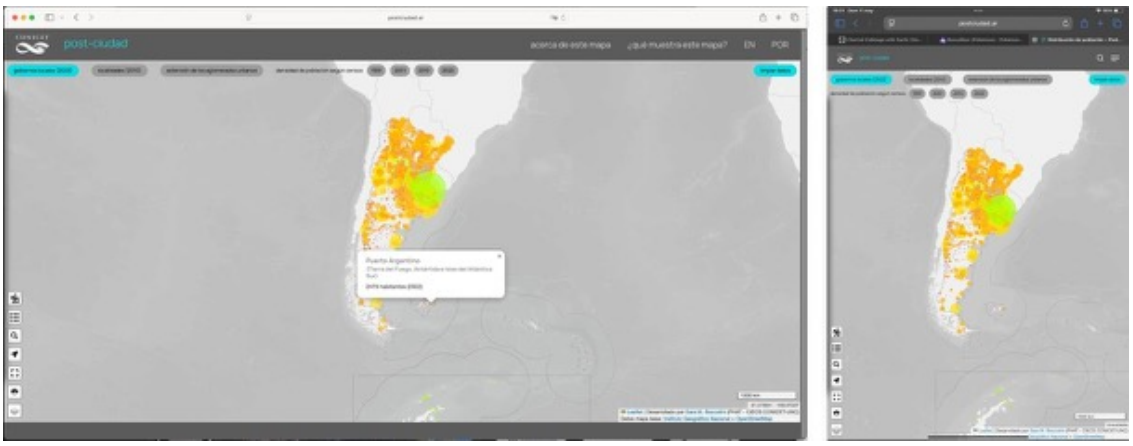


Figura 2. Visor del mapa Distribución de población en Argentina en una pantalla de escritorio (izquierda) y en un teléfono móvil (derecha)

Fuente: postciudad.ar (2025).

El título no aparece en el visor del mapa propiamente dicho. A cada mapa se accede por una miniatura con el título destacado en el catálogo, que aparece luego en la pes-

taña del explorador. Esto evita información que reduzca el área de visualización de datos. Para suplementar esto, al cargar cada mapa se abre una ventana *flash* con un texto explicativo del contenido del mapa y el tipo de información que se mostrará -como presentación del objetivo comunicacional del mapa (Figura 3).

Sobre el visor se mantiene la misma barra de menús principales del geoportal, que en este caso muestra información general sobre el mapa, su objeto, fuentes consultadas, etc.; también hay un acceso a la página principal del portal. El resto del visor tiene una composición de tipo fluido (Muehlenhaus, 2013: 72-73), donde el área del mapa ocupa todo el espacio disponible, y los diferentes elementos se posicionan cerca de los bordes de la pantalla.

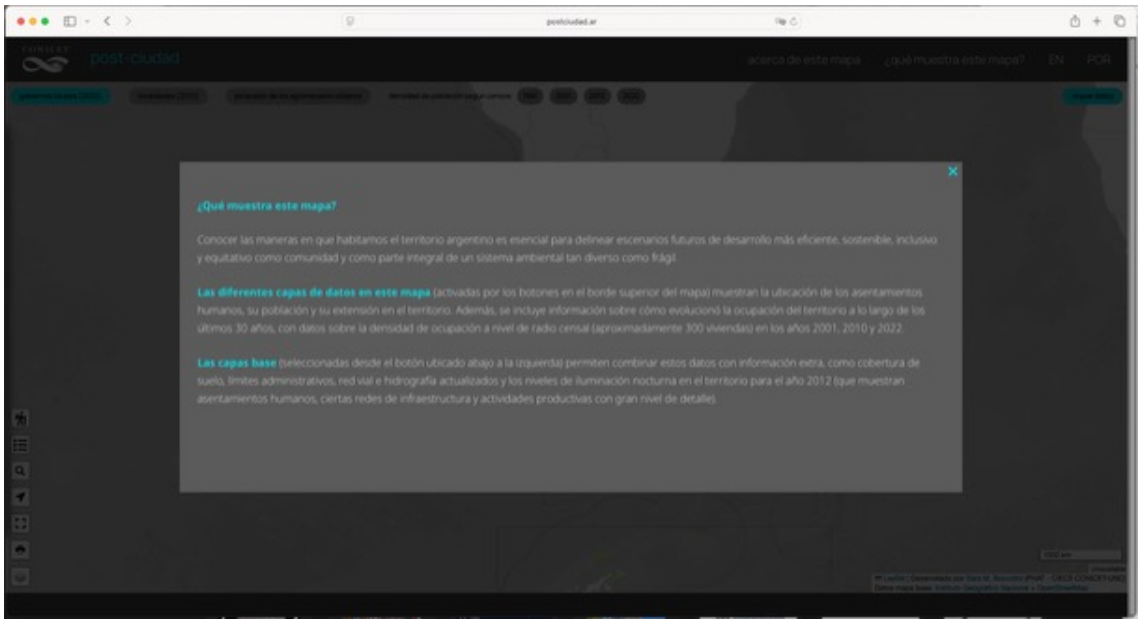


Figura 3. Ventana flash del mapa Distribución de población en Argentina
Fuente: postciudad.ar (2025).

El área del mapa propiamente dicha se carga inicialmente con un encuadre que permite apreciar la escala y extensión de la información, incluyendo casi la totalidad del territorio nacional. Por cuestiones de legibilidad, no se incluye en este primer momento el territorio antártico. En todos los casos, el mapa se carga con la capa más representativa del tema tratado apreciable en esta escala (Figura 2).

Si bien la escala del área cartografiada y el nivel de detalle de datos hacen que las funciones de acercar o alejar y cambiar de encuadre sean básicas, no se incluyen en el visor elementos como las flechas de paneo o los botones de *zoom in/out*. Se considera que la mayoría de los usuarios utilizará el scroll del mouse o los dedos para realizar paneos y acercamientos o alejamientos.

Todas las opciones de interacción con el mapa son accesibles a través de botones en el área del visor o haciendo *click* directamente en el mapa. Se organizaron estos botones de manera tal que sean visibles constantemente y mantengan una ubicación familiar para el usuario:

A la izquierda del mapa se incorporó una serie de botones con funciones básicas como la selección de capas base; impresión de pantalla; posicionamiento en la ubicación geográfica del usuario; retorno al encuadre y escala inicial del mapa[12] y buscador de localidades por nombre. En la parte superior de esta columna se colocaron los botones de *Leyenda* y *Tour por el mapa*.

El botón de leyenda despliega una ventana lateral con información sobre las referencias utilizadas para representar los datos de cada una de las capas en los tres idiomas del geoportal. Esta ventana puede ocultarse para no reducir el área del mapa (Figura 4).

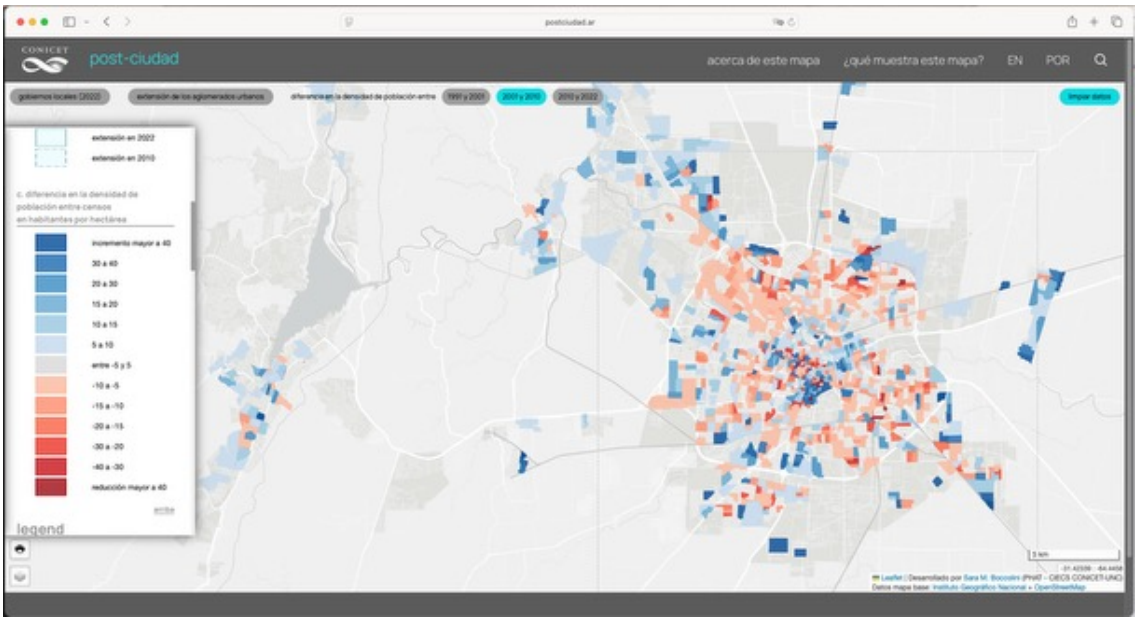


Figura 4. Mapa Contraurbanización en Argentina (detalle de la ventana Leyenda) Fuente: postciudad.ar (2025).

El botón *Tour por el mapa* está presente sólo en los mapas de variables complejas, con mapa base de colores claros mencionados al principio, ya que su función es la de facilitar la lectura de estos fenómenos complejos. Permite realizar un tour virtual a través de puntos de lugares clave o situaciones de interés que es posible conocer a través de los datos. Este botón funciona de la misma manera que el de Leyenda, desplegando otra ventana lateral (colapsable) con una descripción detallada de los procesos que mues-

12 Si bien no se incorpora una miniatura de referencia con la ubicación relativa del encuadre general del mapa, se incorpora un botón de retorno al encuadre y escala originales del mapa.

tra el mapa y links que posicionan el encuadre en los lugares destacados del territorio a los que hace referencia el texto (Figura 5).

En la esquina inferior derecha del mapa se suman datos complementarios como las fuentes de datos, la autoría y contacto, las coordenadas del puntero y la escala del encuadre (Figura 5).

En cada mapa, los usuarios pueden elegir qué capas de datos visualizar simultáneamente o por separado. Debido a esto, las diferentes capas de datos del mapa pueden visualizarse o eliminarse del mapa con una serie de botones paralelos a la barra del menú superior.

La información general de las capas de datos y la leyenda se amplía con ventanas *pop up* que muestran información detallada sobre cada indicador relevado al hacer *click* en cada elemento de las capas de datos. Estas ventanas *pop up* siguen las mismas líneas de composición y diseño que el resto de los elementos del mapa (Figura 6).

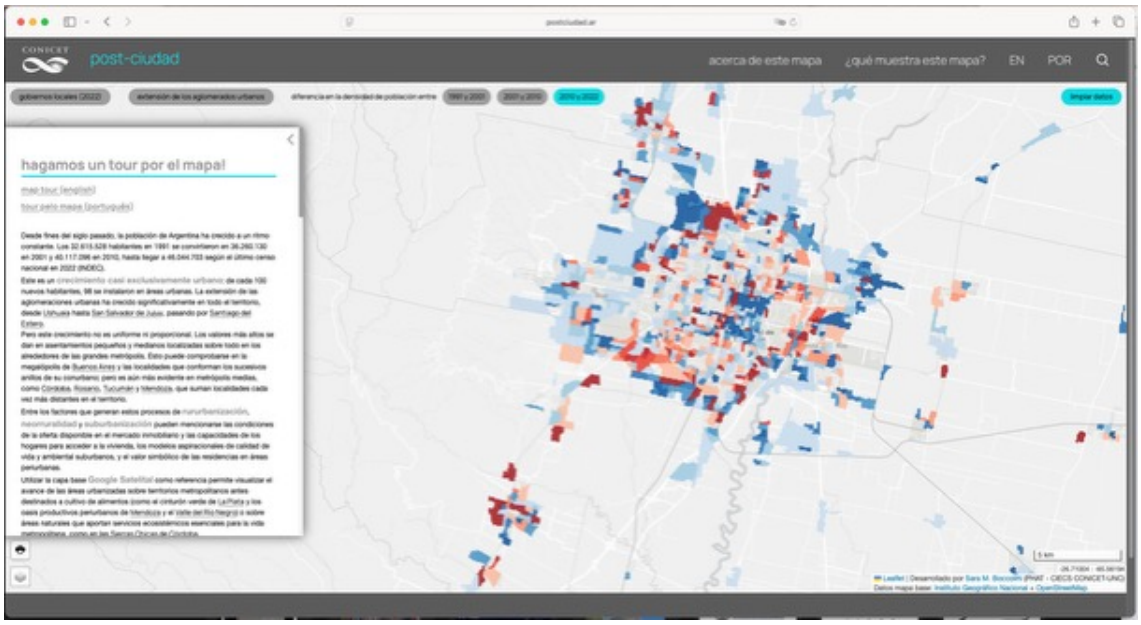


Figura 5. Mapa Contraurbanización en Argentina (detalle de la ventana Tour por el mapa)

Fuente: postciudad.ar (2025).

Conviene aclarar que, aunque los mapas pueden ser visualizados en dispositivos móviles, la cantidad de información y el detalle hacen que la visualización óptima para estos mapas sea en pantallas de computadora o tabletas. Debido a esto, la usabilidad de estos elementos se diseña en función de estas plataformas.

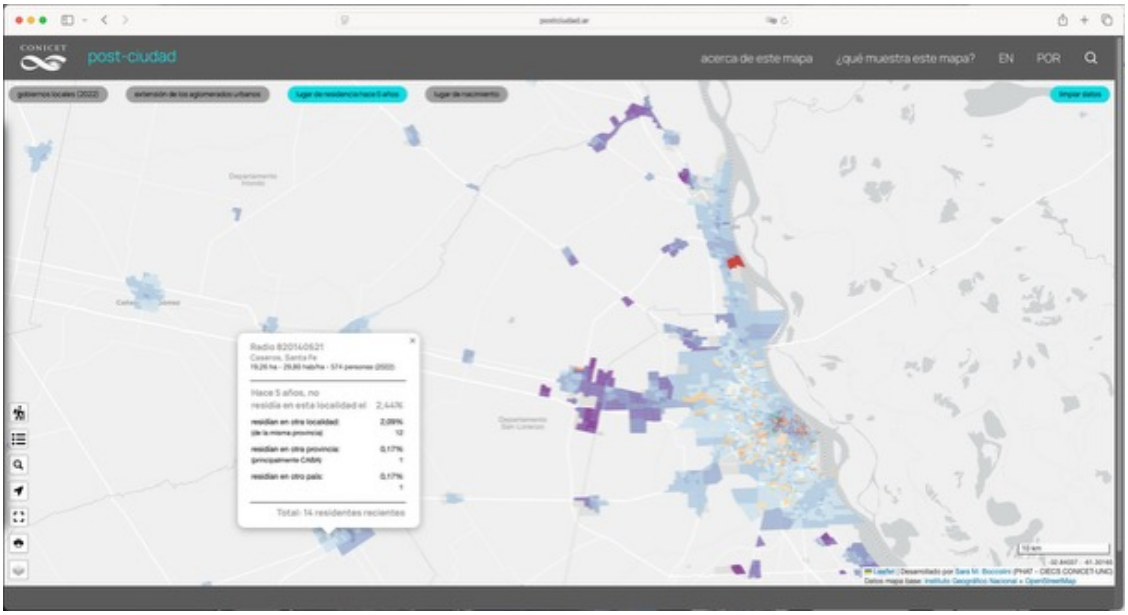


Figura 6. Mapa Movilidad residencial en Argentina (detalle de la ventana popup que aparece al hacer click sobre un radio censal de la capa de datos Lugar de residencia hace 5 años)

Fuente: postciudad.ar (2025).

Color

El esquema de colores del geoportal es simple, en escala de grises y utilizando el cian para acentuar elementos (Figura 1). Se mantiene esta paleta para los elementos principales de cada uno de los mapas del catálogo.

Los mapas base se cargan inicialmente en tonos neutros (*argenmap claro*) para no competir visualmente con los datos -aunque se ofrecen mapas base alternativos para ser cargados a elección del usuario.

En cuanto a los esquemas de colores de cada una de las capas de datos, se desarrolló en función de la naturaleza del dato y para asegurar la legibilidad en pantallas o a personas de visibilidad reducida, recurriendo a generadores de paletas como Color Brewer 2.0[13]. Se reducen las clases en que se clasificaron los datos al mínimo posible, para hacer más legible el contraste entre ellas. Cada fuente de datos tiene un esquema de colores propio, que se mantiene en cada mapa y en cada conjunto de datos correspondiente a los distintos períodos de recolección (por ejemplo, los distintos datos para un mismo indicador en cada período censal).

13 https://colorbrewer2.org/

Variables visuales de representación

Se utilizaron variables visuales para graficar los datos de manera tal que transmitieran a la vez valores cuantitativos e información sobre la naturaleza de los mismos. Las variables gráficas principales de los datos cartografiados en este proyecto son forma, tamaño y tono (Muehlenhaus, 2013: 125-135):

La *forma* facilita distinguir entre datos *continuos* referidos a una determinada porción del territorio (radio censal o aglomerado) o datos *discretos*, agrupados por entidades administrativas (gobiernos locales o localidades) (Muehlenhaus, 2013: 144). En el primer caso, se representaron los polígonos que abarca cada área de forma precisa; en el segundo caso, utilizo puntos localizados en puntos significativos de cada entidad, definidos por el IGN (Figura 7).

El *tamaño* sirve para indicar la jerarquía de la clase cuantitativa a la que pertenece cada dato representado por un punto. Se clasifican los datos según las rupturas naturales; esto me permite resaltar las brechas entre los valores de cada conjunto de datos (ver, por ejemplo, el caso de la clasificación de gobiernos locales en Figura 7).

Finalmente, el tono permite reforzar la posición en la jerarquía de clases en las que se organizaron los datos, ya sean de áreas del territorio o de entidades administrativas. En este proyecto en particular, se acentúa visualmente esto al combinar esta variación en el tono con una variación en la saturación de los colores que representan cada clase de datos (Figura 7). Conviene reiterar que los esquemas de colores son aptos para su lectura por parte de personas con capacidades visuales diferentes.

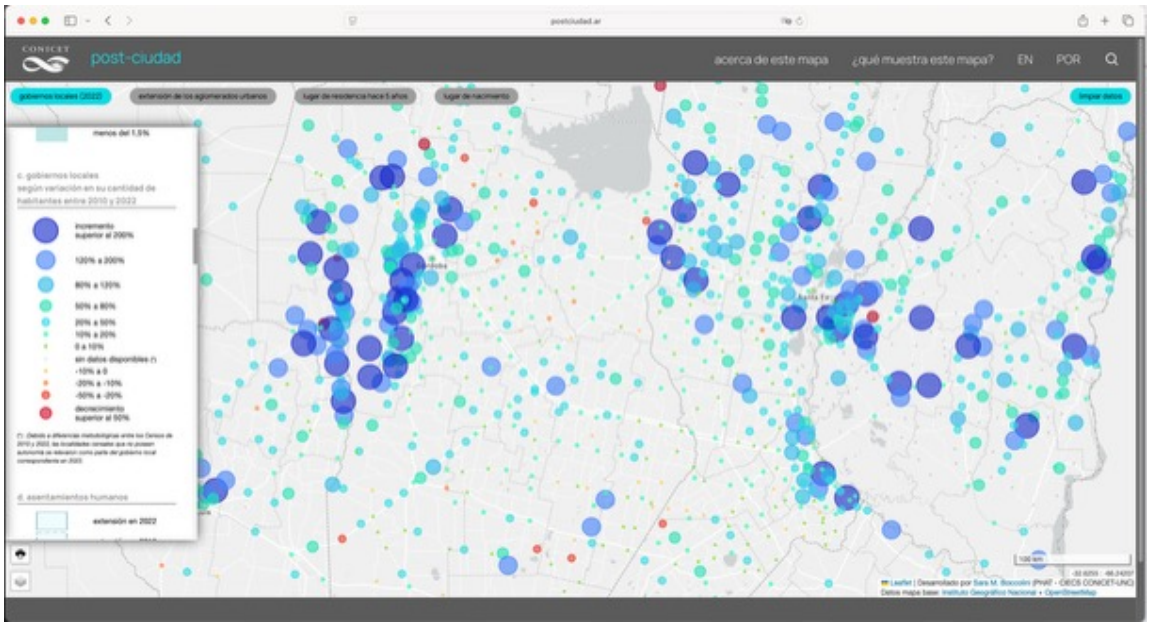


Figura 7. Mapa Movilidad residencial en Argentina (detalle de la ventana Leyenda)
Fuente: postciudad.ar (2025).

Símbolos y tipografía

Se reducen las familias tipográficas de todo el proyecto a dos, recurriendo a estilos y propiedades para indicar diferentes roles del texto dentro del geoportal o de los mapas. Se trabajó con fuentes *sans serif* por su mayor legibilidad en pantallas y en pequeño tamaño (Figuras 1 y 6). Además, se utilizaron fuentes de acceso libre *Google Fonts*, indicándose en el código de cada mapa alternativas para cuando estas fuentes no estén disponibles en el dispositivo del usuario.

En la misma línea, se eligieron las imágenes de los botones presentes en cada mapa con base en su familiaridad para la audiencia pretendida, pero que sean al mismo tiempo lo suficientemente específicos para la función a la que aluden. Como se mencinó anteriormente, están disponibles en la biblioteca *Font Awesome*, de acceso libre y gratuito.

Para simplificar la visualización de los datos, se limitan las etiquetas toponímicas a las del mapa base seleccionado por el usuario. Estas etiquetas ya cuentan con variables que optimizan su responsividad y legibilidad.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La estrategia de abordar el muestreo y la representación de datos sociodemográficos mediante cartografía digital web demostró ser eficaz para relevar grandes extensiones territoriales e integrar una cantidad considerable de variables complejas.

La definición clara del objetivo comunicacional de cada mapa resultó fundamental para orientar la selección de datos, permitiendo elegir de forma precisa y justificada entre la amplia gama de indicadores disponibles. Esto no solo facilitó la priorización de la información más pertinente, sino que también orientó la definición de criterios de visualización coherentes con los propósitos comunicativos, y la identificación de factores clave a cartografiar.

Asimismo, priorizar la accesibilidad y la responsividad en la lectura de los mapas permitió aprovechar el potencial de la cartografía digital web, especialmente en su capacidad de acercar información compleja a públicos no especializados en SIG e IDE.

Se verificó la eficacia de estos enfoques durante la etapa de pruebas con usuarios, cuando se identificaron mejoras críticas que fueron incorporadas en las versiones finales. Entre ellas, la inclusión de ventanas emergentes al inicio de cada mapa fue valorada positivamente, ya que facilita la comprensión del propósito de la visualización y orienta la navegación, especialmente en públicos no especializados en SIG e IDE. Estas ventanas también resultaron útiles para guiar al usuario en la selección de capas base, en la interpretación de escalas y en el uso de herramientas interactivas.

Por su parte, la herramienta *Tour por el mapa* fue efectiva para mostrar datos relevantes, a través de una visualización original y dinámica valorada por los usuarios.

Asimismo, la redundancia en las funcionalidades interactivas (como los botones de selección de capas disponibles tanto en el panel lateral como en el visor) fue percibida como un recurso que refuerza la experiencia de uso, especialmente en dispositivos móviles o de baja resolución. En línea con esto, la elección de esquemas cromáticos contrastantes y consistentes entre los distintos mapas no solo facilitó la diferenciación entre temáticas, sino que también fue destacada por los usuarios como un elemento que favorece la recordación y refuerza la identidad visual del geoportal.

Otra dimensión clave fue la accesibilidad: la responsividad del sitio permitió una correcta visualización en distintos dispositivos, lo que amplía el alcance del proyecto a una audiencia más diversa, en línea con el objetivo de democratizar el acceso a información territorial relevante y de alta calidad.

En cuanto a las perspectivas a futuro, se considera imprescindible avanzar en la apertura de los datos mediante la incorporación de opciones de descarga en formatos normalizados compatibles para ser incorporados a un nodo IDE o repositorio institucional (como el del CONICET). Esta acción permitiría no sólo consolidar la transparencia del proyecto, sino también fomentar la reutilización de la información por parte de otros equipos de investigación, instituciones públicas o actores de la sociedad civil.

En síntesis, aunque el geoportal se encuentra aún en una etapa intermedia de desarrollo, los resultados obtenidos hasta el momento confirman que un marco metodológico riguroso, centrado en criterios de comunicación, accesibilidad y usabilidad, permite construir herramientas eficaces para acercar cartografía temática compleja a públicos no especializados. Esto reviste especial relevancia en el contexto argentino, uno de los países más extensos y urbanizados del planeta, donde la disponibilidad de información territorial accesible y comprensible sigue siendo una deuda pendiente en muchos ámbitos.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto cuenta con financiamiento de CONICET (Proyecto PIBAA 28720210100606CO 2023-2025). Agradecemos la asistencia y colaboración de Sebastián Sosa para el desarrollo y mantenimiento web, y de las y los miembros del Programa Hábitat, Ambiente y Territorio (PHAT) del CIECS (CONICET-UNC) para las etapas de prueba.

REFERENCIAS

BOCCOLINI, S. M. (2017). Impacto de políticas de vivienda en acceso al hábitat urbano en Córdoba, Argentina. *Revista De Urbanismo*, (37), 1–18. https://doi.org/10.5354/0717-5051.2017.46198

BOCCOLINI, S. M. (2018). Regulación urbana, ¿Hacia una Córdoba sostenible e inclusiva?. urbe. *Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management)*, 10(supl.1), 96–117. https://doi.org/dx.doi.org/10.1590/2175-3369.010.supl1.ao06

BOCCOLINI, S. M. (junio de 2019). Mapeando la metrópolis fragmentada. Cartografías de la segregación residencial socioeconómica en el área metropolitana de Córdoba, Argentina. *XI Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo*, Barcelona-Santiago de Chile, Junio 2019. https://doi.org/10.5821/siiu.6937

BOCCOLINI, S. M. (2020a). Evaluación multicriterio de calidad de vida y calidad urbana en la metrópolis de Córdoba, Argentina. *Ciudad y territorio. Estudios territoriales,* 52(205), 591–612. https://doi.org/10.37230/CyTET.2020.205.10

BOCCOLINI, S. M. (2020b). La red vial como estructura posibilitante del desarrollo en el área metropolitana de Córdoba, Argentina. *Revista Transporte y Territorio*, (22), 180–204. https://doi.org/10.34096/rtt.i22.6344

BOCCOLINI, S. M. (2021). Contraurbanización: ¿Descentralización metropolitana o éxodo forzado? Movilidad residencial intra-metropolitana en Córdoba, Argentina (1991-2010). *Astrolabio. Nueva Época*, (26), 78–129. https://doi.org/10.55441/1668.7515.n26.27647

BOCCOLINI, S. M. (2022a). Desafíos y oportunidades en una metrópolis contraurbanizada. Movilidad regional en tiempos de COVID-19. *Bitácora Urbano Territorial*, 32(2), 155–130. https://doi.org/10.15446/bitacora.v32n2.99771

BOCCOLINI, S. M. (2022b). Estrategias de movilidad en paisajes operativos latinoamericanos como factor de riesgo en tiempos de covid-19. *Perspectiva Geográfica*, 27(2). https://doi.org/10.19053/01233769.13071

BUZAI, G. D. (2003). *Mapas sociales urbanos* (1a. ed). Editorial Lugar

BUZAI, G. D., & BAXENDALE, C. A. (2006). *Análisis Socioespacial Con Sistemas de Información Geográfica* (Tomo 1). Editorial Lugar

CALDERÓN COCKBURN, J., & AGUIAR ANTÍA, S. (Eds.). (2019). *Segregación socio-espacial en las ciudades latinoamericanas*. Teseo - Alas - CLACSO. https://libreria.clacso.org/publicacion.php?p=1540&c=61

CERVIO, A. L. (2015). Expansión urbana y segregación socio-espacial en la ciudad de Córdoba (Argentina) durante los años '80. *Astrolabio. Nueva Época*, (14), 360–392. https://doi.org/10.55441/1668.7515.n14.10610

CONESA GARCÍA, C. (Ed.). (2005). *Tecnologías de la información geográfica: Territorio y medio ambiente: ponencias, relatorias y sesiones técnicas del XI Congreso de Métodos Cuantitativos, SIG y Teledetección* (1a. ed). Universidad de Murcia.

CUSTODIO PALLARÉS, L., ITATÍ PALERMO, A., & VIGNA, A. (Eds.). (2019). *¿Cómo pensamos las desigualdades, pobrezas y exclusiones sociales en América Latina? Luchas, resistencias y actores emergentes*. Teseo. https://www.clacso.org/como-pensamos-las-desigualdades-pobrezas-y-exclusiones-sociales-en-america-latina/

CZYTALJO, N. (2011). Espacio, género y pobreza: Discursos, prácticas y construcción de subjetividades en torno al proceso de implementación de políticas habitacionales. Barrios del sector Noroeste de la periferia urbana de San Miguel de Tucumán (2004- 2008). *Temas de mujeres*, 7(7), 253–274

CZYTALJO, N. (2017). Desigualdades sócio-territoriais e gênero nos espaços metropolitanos. O Sistema Metropolitano de Tucumán (2001-2010). *Bitácora Urbano Territorial,* 27(3), 121–134. https://doi.org/10.15446/bitacora.v27n3.66484

EDWIN, A. M. (Ed.). (2012). *Censo nacional de población, hogares y viviendas 2010. Serie B Nº 2, Resultados definitivos* (1ra Ed.). Instituto Nacional de Estadística y Censos. https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/censo2010_tomo1.pdf

ELORZA, A. L. (2016). Segregación residencial socioeconómica y la política pública de vivienda social el caso de la ciudad de Córdoba (Argentina). *Cuaderno Urbano*, 20(20), 71–94. https://doi.org/10.30972/crn.2020943

GÓMEZ DELGADO, M., & BARREDO CANO, J.(2005). *Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio* (2a ed). Ra-Ma.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS. (2023). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022. Resultados definitivos. Indicadores demográficos, por sexo y edad*. Instituto Nacional de Estadística y Censos. https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/censo2022_indicadores_demograficos.pdf

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS. (s.f.). *INDEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina*. https://www.indec.gob.ar/

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO SOCIAL. (2011). *Combatir la pobreza y la desigualdad: Cambio estructural, política social y condiciones políticas*. Instituto de Investigación de las Naciones Unidas para el Desarrollo Social https://www.unrisd.org/en/library/publications/combatir-la-pobreza-y-la-desigualdad-cambio-estructural-politica-social-y-condiciones-politicas

MUEHLENHAUS, I. (2013). *Web Cartography: Map Design for Interactive and Mobile Devices* (1ra Ed.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/b16229

NACIONES UNIDAS. COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. (2003). *Gestión urbana para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas. https://hdl.handle.net/11362/2376

NACIONES UNIDAS. COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. (2020). *La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en el nuevo contexto mundial y regional: Escenarios y proyecciones en la presente crisis*. Naciones Unidas. https://hdl.handle.net/11362/45336

NACIONES UNIDAS. COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. CENTRO LATINOAMERICANO Y CARIBEÑO DE DEMOGRAFÍA (2014). *Observatorio Demográfico de América Latina 2013: Proyecciones de población*. Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía. https://hdl.handle.net/11362/36854

PODER EJECUTIVO NACIONAL DE ARGENTINA. MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS. (2011). *Plan Estratégico territorial Avance II: Argentina Urbana*. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/as_13663122171.pdf

UN-HABITAT. (2015). *International Guidelines on Urban and Territorial Planning*. UN-Habitat Publications. https://unhabitat.org/international-guidelines-on-urban-and-territorial-planning

UN-HABITAT. (2017). *Habitat III Regional Report: Latin America And The Caribbean. Sustainable Cities with Equality*. UN-Habitat Publications. https://unhabitat.org/node/142554

UN-HABITAT. (2020). *World Cities Report 2020: The Value of Sustainable Urbanization*. UN-Habitat Publications. https://unhabitat.org/world-cities-report-2020-the-value-of-sustainable-urbanization

UN-HABITAT. (2022). *World Cities Report 2022: Envisaging the Future of Cities. UN-Habitat Publications*. https://unhabitat.org/world-cities-report-2022-envisaging-the-future-of-cities

SITMuNet

Sistema de información territorial interoperable para la planificación sostenible del departamento Pomán en Catamarca (Argentina)

SITMuNet
Interoperable Territorial Information System for the Sustainable Planning of the Pomán Department, Catamarca (Argentina)

SITMuNet
Sistema de Informação Territorial Interoperável para o Planejamento Sustentável do Departamento de Pomán, Catamarca (Argentina)

Marcelo E. Savio[1], Maria de los A. Luna[1], Marcela E.Montivero[1], Erlinda del V. Ortiz[1]*

1 Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca.
**: mmontivero@tecno.unca.edu.ar*

Resumen: Este trabajo presenta el desarrollo e implementación del Sistema de Información Territorial del Municipio Interconectado (SITMuNet), una herramienta creada en el marco del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del Departamento Pomán, Catamarca, en el año 2024. Su objetivo principal es consolidar un sistema georreferenciado de información espacial y estadística que permita una toma de decisiones planificada, coordinada y basada en evidencia. SITMuNet fue diseñado para integrar datos de tres municipios con realidades diversas (Pomán, Mutquín y Saujil), facilitando el análisis y la gestión del territorio mediante cartografía temática, indicadores clave y funcionalidades interoperables. El sistema se apoya en tecnologías open source, estándares internacionales del Open Geospatial

Consortium y normas ISO para metadatos y calidad de datos. Se incorporó además un enfoque de análisis multicriterio espacial para priorizar proyectos y escenarios de intervención en el territorio, tomando en cuenta variables sociales, económicas, ambientales e institucionales. Su construcción respondió a una metodología participativa y multidisciplinaria, integrando múltiples fuentes de información y promoviendo la articulación entre la universidad, los municipios y la provincia. Este desarrollo representa un modelo replicable de infraestructura de datos espaciales para gobiernos locales de baja densidad poblacional y alta diversidad territorial.

Palabras clave: *IDE, planificación territorial, SIG, OGC.*

Abstract: This work presents the development and implementation of the Interconnected Municipality Territorial Information System (SITMuNet), a tool created within the framework of the 2024 Territorial Planning Plan of the Pomán Department, Catamarca. Its main goal is to consolidate a georeferenced system of spatial and statistical information that enables evidence-based, planned, and coordinated decision-making. SITMuNet was designed to integrate data from three municipalities with diverse contexts (Pomán, Mutquín, and Saujil), facilitating territorial analysis and management through thematic cartography, key indicators, and interoperable functionalities. The system is built on open-source technologies, international standards of the Open Geospatial Consortium (OGC), and ISO norms for metadata and data quality. A spatial multi-criteria analysis approach was also incorporated to prioritize projects and intervention scenarios, taking into account social, economic, environmental, and institutional variables. Its development followed a participatory and multidisciplinary methodology, integrating multiple information sources and fostering coordination among the university, municipalities, and the provincial government. This initiative represents a replicable model of spatial data infrastructure for local governments characterized by low population density and high territorial diversity.

Keywords: *SDI, territorial planning, GIS, OGC.*

Resumo: Este trabalho apresenta o desenvolvimento e a implementação do Sistema de Informação Territorial do Município Interconectado (SITMuNet), uma ferramenta criada no âmbito do Plano de Ordenamento Territorial do Departamento de Pomán, Catamarca, em 2024. Seu principal objetivo é consolidar um sistema georreferenciado de informações espaciais e estatísticas que permita uma tomada de decisão planejada, coordenada e baseada em evidências. O SITMuNet foi projetado para integrar dados de três municípios com realidades distintas (Pomán, Mutquín e Saujil), facilitando a análise e a gestão do território por meio de cartografia temática,

indicadores-chave e funcionalidades interoperáveis. O sistema apoia-se em tecnologias de código aberto, nos padrões internacionais do Open Geospatial Consortium e nas normas ISO de metadados e qualidade de dados. Também foi incorporado um enfoque de análise espacial multicritério para priorizar projetos e cenários de intervenção, considerando variáveis sociais, econômicas, ambientais e institucionais. Sua construção seguiu uma metodologia participativa e multidisciplinar, integrando múltiplas fontes de informação e promovendo a articulação entre a universidade, os municípios e o governo provincial. Este desenvolvimento representa um modelo replicável de infraestrutura de dados espaciais para governos locais com baixa densidade populacional e alta diversidade territorial.

Palavras-chave: *IDE, planejamento territorial, SIG, OGC.*

INTRODUCCIÓN

La necesidad de modernizar las capacidades de gestión territorial de los gobiernos locales motivó la creación de una herramienta digital para la sistematización de datos geoespaciales. En este contexto, surge el Sistema de Información Territorial del Municipio Interconectado (SITMuNet) como parte estructural del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del Departamento Pomán 2024, impulsado por la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca. El sistema busca fortalecer la capacidad de toma de decisiones con base en evidencia, mediante información precisa, actualizada y accesible para los tres municipios del departamento: Pomán, Mutquín y Saujil (Figura 1).

El Departamento Pomán se encuentra ubicado en el sector occidental de la provincia de Catamarca, en el Noroeste argentino. Limita al Norte y al Oeste con los departamentos Andalgalá, Belén y Tinogasta, al este con Ambato y Capayán, y al sur con la provincia de La Rioja. Presenta una superficie extensa con baja densidad poblacional (1,56 hab/km^2 según INDEC, 2022) y una población total de 11.804 habitantes. Su cabecera es la localidad de Saujil.

El relieve está determinado por la presencia de la Sierra de Ambato y el bolsón de Pipanaco, generando un paisaje diverso con microclimas, escasez hídrica, zonas de oasis productivos y fuertes contrastes ambientales. La economía departamental se estructura a partir de actividades como la olivicultura, producción de nuez, vitivinicultura, producción artesanal, ganadería de subsistencia y turismo. A estas particularidades se suma una estructura institucional fragmentada, con municipios de segunda y tercera categoría, lo que refuerza la necesidad de un abordaje planificado y colaborativo del desarrollo territorial.

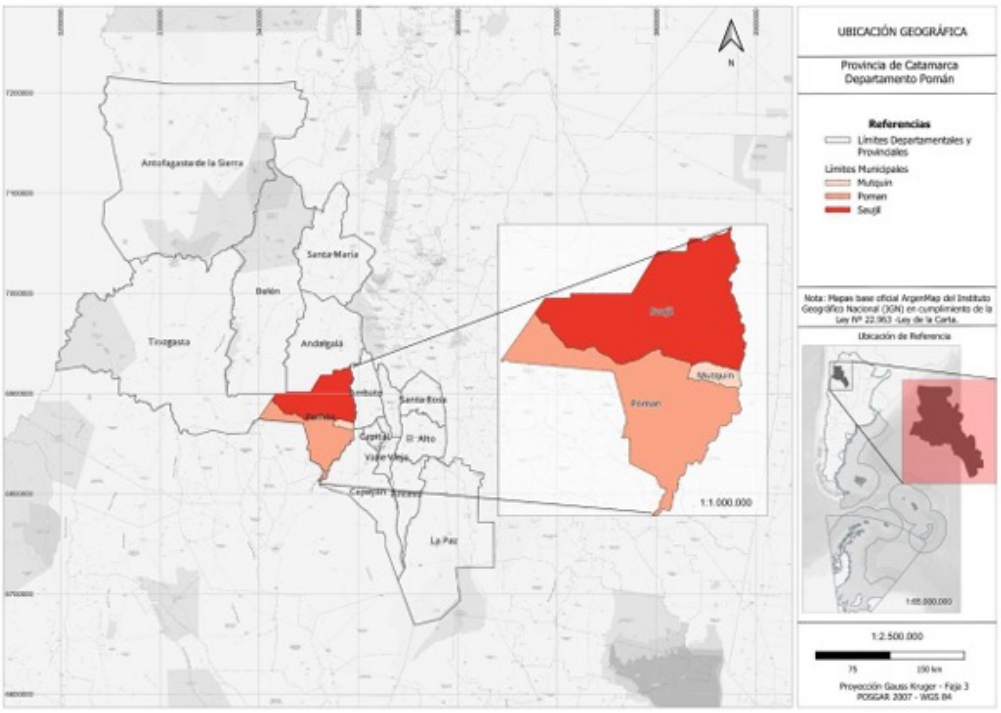


Figura 1. Mapa de ubicación del Departamento Pomán
Fuente: POT Pomán.

Frente a este escenario complejo, el SITMuNet se concibió como una solución técnica e institucional para articular información, fortalecer capacidades locales y avanzar hacia una gobernanza territorial (Figura 2) más eficiente y sustentable.



Figura 2. Esquema de una gobernanza territorial

METODOLOGÍA

El desarrollo del SITMuNet contempló las siguientes etapas metodológicas, estructuradas según un enfoque sistémico e interdisciplinario:

Diagnóstico participativo y territorial: relevamiento de necesidades institucionales, capacidades técnicas existentes y demandas de información de los tres municipios. Se llevaron a cabo talleres, entrevistas y encuestas.

Relevamiento y consolidación de datos: recopilación de información espacial y estadística, provenientes de fuentes primarias (trabajo de campo, catastros municipales, SIG locales) y secundarias (IDECAT -Infraestructura de Datos Espaciales de Catamarca-, INDEC, IGN, otros organismos nacionales y provinciales).

Diseño y estructuración de la base de datos: implementación de una geodatabase en PostgreSQL/PostGIS estructurada por subsistemas (socioeconómico, ambiental, urbano, institucional), bajo el sistema de referencia POSGAR 2007.

Normalización de datos y control de calidad: aplicación de la norma ISO 19157 para asegurar la calidad geométrica y semántica de la información, incluyendo control topológico y validación de atributos.

Metadatos y documentación técnica: generación de metadatos conforme a ISO 19115, garantizando la trazabilidad, reutilización y comprensión de los datos por parte de otros usuarios.

Implementación de servicios geoespaciales interoperables: configuración de *GeoServer* para la publicación de servicios WMS/WFS WMS (*Web Map Service* y *Web Feature Service* respectivamente) y desarrollo del visualizador web municipal.

Articulación institucional: integración con IDECAT para conformar el nodo IDE-Pomán, estableciendo acuerdos de cooperación y protocolos de actualización.

Análisis multicriterio espacial: se aplicó una metodología de evaluación multicriterio (EMC) con herramientas SIG para ponderar factores y restricciones en función de criterios definidos junto a los actores locales. Esta metodología permitió priorizar zonas para infraestructura, conservación ambiental, servicios y proyectos productivos.

Se utilizó software libre (QGIS, GeoServer) para el desarrollo técnico, herramientas participativas para el análisis territorial colaborativo y elaboración de salidas gráficas principales.

RESULTADOS

Se consolidó una geodatabase interoperable que permite homogeneizar la información municipal y facilitar su actualización, reutilización y compartición entre las áreas técnicas de los tres municipios (Figura 3).

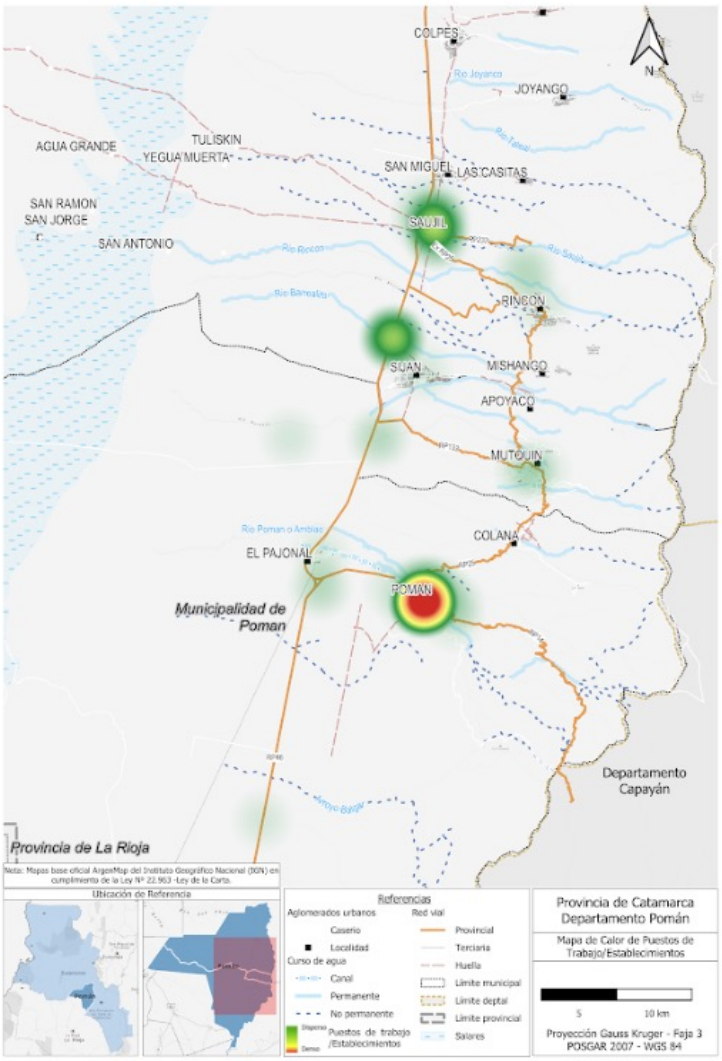


Figura 3. SITMuNET
Fuente: adaptado POT-Pomán.

Se integró el sistema con la plataforma provincial de IDECAT, mediante la publicación de servicios de mapas y metadatos, con el objetivo de fortalecer la transparencia y el acceso abierto a la información (Figura 4). Asimismo, se capacitó técnicamente a agentes municipales en el uso de sistemas de información geográfica.

El desarrollo un visualizador web interno (demo IDE) tiene además la proyección a ser escalado como plataforma de consulta ciudadana.

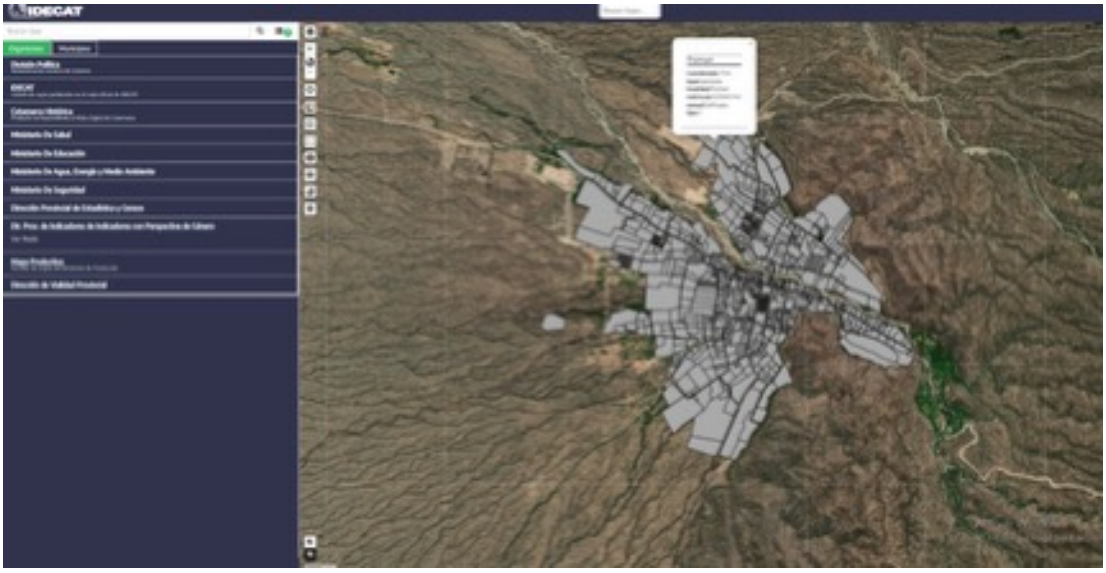


Figura 4. Plataforma IDECAT

DISCUSIÓN

El Sistema de Información de Pomán permite visualizar la posibilidad de escalar modelos IDE a territorios rurales de baja densidad, donde tradicionalmente se han presentado limitaciones en cuanto al acceso, generación y gestión de información territorial. La articulación entre academia, municipios y la provincia fue clave para garantizar la sostenibilidad del sistema, así como la participación activa de los equipos técnicos municipales en cada etapa del proceso.

El uso de estándares abiertos y tecnologías libres no solo redujo costos, sino que favoreció la autonomía técnica local y la posibilidad de integración con otras plataformas provinciales y nacionales. La aplicación del análisis multicriterio fue especialmente relevante, ya que permitió generar evidencia para justificar inversiones públicas en un contexto de escasez de recursos y alta desigualdad territorial. La metodología adoptada facilitó la construcción de escenarios territoriales y la formulación de propuestas más realistas y sustentables.

A nivel organizacional, el proyecto demostró que es posible avanzar en procesos de transformación digital municipal desde una lógica asociativa y colaborativa, adaptando herramientas del marco IDE a contextos rurales con realidades complejas. La consolidación del SITMuNet también permitió visibilizar la problemática de los vacíos de información, y se proyecta como un sistema base para futuros procesos de monitoreo, evaluación de políticas públicas y rendición de cuentas.

La experiencia del SITMuNet ofrece lecciones valiosas para el diseño de IDE municipales en otras regiones del país, subrayando la importancia de la articulación institucional, la planificación basada en datos y la inclusión de actores territoriales en la construcción del conocimiento geoespacial.

CONCLUSIONES

SITMuNet constituye un caso exitoso de desarrollo de IDE local al servicio de la planificación territorial sostenible. Fortalece la gobernanza, promueve la transparencia y permite decisiones informadas con fuerte componente participativo. Su replicabilidad lo convierte en modelo para otras jurisdicciones provinciales.

Además, contribuye a una mayor equidad territorial al visibilizar las necesidades y potencialidades de territorios históricamente postergados. Permite establecer una base sólida para el monitoreo de políticas públicas, facilitar procesos de evaluación y ajuste, e integrar información de forma continua en futuras actualizaciones del POT.

La implementación de SITMuNet demostró que es posible generar capacidades técnicas y organizativas en contextos municipales con recursos limitados, siempre que exista voluntad política, articulación institucional y acompañamiento académico. Este tipo de iniciativas sienta las bases para avanzar en modelos de ciudades y territorios inteligentes desde una perspectiva inclusiva, local y sostenible.

REFERENCIAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CATAMARCA. FACULTAD DE TECNOLOGÍA Y CIENCIAS APLICADAS. (2024). *Plan de Ordenamiento Territorial del Departamento Pomán*

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. (2019). *Geographic Information – Metadata* (Norma ISO 19115-2). https://www.iso.org/standard/67039.html

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. (2013). *Geographic Information – Data Quality* (Norma ISO 19157). https://www.iso.org/standard/32575.html

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM. (2023). *Open Geospatial Consortium Standards*. https://www.ogc.org/standards/

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. (2024). *IDERA*. https://www.idera.gob.ar

Pasos para el registro de información geoespacial en una IDE
Trazabilidad e inventario

Steps for Registering Geospatial Information in an SDI Traceability and Inventory.

Passos para o Registro de Informações Geoespaciais em uma IDE. Rastreabilidade e Inventário

Johanna Arias[*1,2], Federico G. Barragán[1], Alejandra M. Geraldi[1, 2], Lucia M. Laffeuillade[1]*

1 Laboratorio de Geotecnologías (LabGeot), Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur; 2 Instituto Argentino de Oceanografía (CONICET/UNS).
**: johannaarias318@gmail.com*

Resumen: La creciente disponibilidad de datos geoespaciales y su impacto en la toma de decisiones requieren una normalización que garantice interoperabilidad, calidad y reutilización eficiente. El presente trabajo tiene como objetivo establecer un procedimiento sistemático para el registro de información geoespacial dentro de una Infraestructura de Datos Espaciales, enfatizando la importancia del inventario y la trazabilidad. Se diferenciaron dos casos para la publicación de información geográfica en la Infraestructura de Datos Espaciales del Sudoeste Bonaerense: la creación de nuevas capas y la carga de datos preexistentes. Para la producción de nuevas capas, se definieron objetos geográficos, sus atributos y geometrías, seguido de la carga de metadatos y publicación mediante geoservicios. Para los datos preexistentes, se elaboró un inventario detallado con información sobre denominación, localización, metadatos, tipo de datos y estado de publicación. Posteriormente, se realizó un registro de trazabilidad que permitió evaluar la calidad de la información y su adecuación a estándares establecidos. Como resultado, se logró estructurar un inventario ordenado, garantizando la disponibilidad de datos clave. Además, se documentó el proceso de trazabilidad en capas específicas, como la de valores de nitritos en la laguna Epecuén, detectando inconsistencias y aplicando procesos

de corrección y normalización. Finalmente, la incorporación de metadatos fortaleció la calidad del registro. Este procedimiento sistemático optimiza la gestión de datos geoespaciales, asegurando su correcta integración y acceso dentro de una Infraestructura de Datos Espaciales.

Palabras clave: *inventario, trazabilidad, información geoespacial, IDE.*

Abstract: The growing availability of geospatial data and its impact on decision-making require standardization to ensure interoperability, quality, and efficient reuse. This work aims to establish a systematic procedure for registering geospatial information within a Spatial Data Infrastructure (SDI), emphasizing the importance of inventory and traceability. Two cases were differentiated for publishing geographic information in the SDI of the Southwestern Buenos Aires region: the creation of new layers and the uploading of pre-existing data. For the production of new layers, geographic objects, their attributes, and geometries were defined, followed by metadata uploading and publication through geoservices. For pre-existing data, a detailed inventory was developed containing information about naming, location, metadata, data type, and publication status. Subsequently, a traceability record was implemented, allowing the evaluation of data quality and its alignment with established standards. As a result, an organized inventory structure was achieved, ensuring the availability of key datasets. Additionally, the traceability process was documented for specific layers—such as nitrite concentration values in Epecuén Lagoon—where inconsistencies were identified and corrected through normalization processes. Finally, the inclusion of metadata strengthened the quality and reliability of the record. This systematic procedure optimizes geospatial data management, ensuring proper integration and accessibility within an SDI.

Keywords: *inventory, traceability, geospatial information, SDI.*

Resumo: A crescente disponibilidade de dados geoespaciais e seu impacto na tomada de decisões exigem uma padronização que garanta interoperabilidade, qualidade e reutilização eficiente. Este trabalho tem como objetivo estabelecer um procedimento sistemático para o registro de informações geoespaciais dentro de uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE), enfatizando a importância do inventário e da rastreabilidade. Foram diferenciados dois casos para a publicação de informações geográficas na IDE do Sudoeste de Buenos Aires: a criação de novas camadas e o carregamento de dados pré-existentes. Para a produção de novas camadas, definiram-se os objetos geográficos, seus atributos e geometrias, seguidos do carregamento de metadados e da publicação por meio de geosserviços. Para os dados pré-existentes, foi elaborado um inventário detalhado con-

tendo informações sobre denominação, localização, metadados, tipo de dado e estado de publicação. Posteriormente, realizou-se um registro de rastreabilidade que permitiu avaliar a qualidade das informações e sua conformidade com os padrões estabelecidos. Como resultado, foi possível estruturar um inventário organizado, garantindo a disponibilidade de dados-chave. Além disso, documentou-se o processo de rastreabilidade em camadas específicas — como a de valores de nitritos na Lagoa Epecuén —, identificando inconsistências e aplicando processos de correção e normalização. Por fim, a incorporação de metadados reforçou a qualidade e a confiabilidade do registro. Esse procedimento sistemático otimiza a gestão de dados geoespaciais, assegurando sua correta integração e acesso dentro de uma IDE.

Palavras-chave: *inventário, rastreabilidade, informação geoespacial, IDE.*

INTRODUCCIÓN

Según el artículo 3.2 de la directiva INSPIRE (De La Fuente García, 2020), se entiende por datos geográficos a cualquier dato que de forma directa o indirecta haga referencia a una localización o zona geográfica específica. En este sentido, y según el Marco Integrado de Información Geoespacial de las Nacionales Unidas (UN-IGIF) la información geoespacial refleja el mundo físico en el que tiene lugar toda la actividad humana, económica y medioambiental, proporcionando una versión digital de nuestro mundo, sin la cual no es posible una economía digital (Marco Integrado de Información Geoespacial de las Naciones Unidas, 2023; 2022).

Esta información resulta fundamental, dado que permite describir la ubicación precisa de características geográficas y su interrelación con otros elementos, incluyendo información estadística asociada. Asimismo, proporciona un marco analítico que facilita la comprensión de los fenómenos espaciales al responder a las preguntas fundamentales sobre qué ocurre, dónde, cómo y por qué, permitiendo, además, el análisis de eventos pasados y la proyección de escenarios futuros.

Por otro lado, la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA), establece en su glosario (2017) una distinción conceptual entre información geográfica e información geoespacial. La primera se define como aquella información en relación con objetos asociados a la ubicación relativa a la Tierra. Esta contiene los objetos geográficos almacenados sistemáticamente, de forma tal que permita su consulta, explotación y combinación para producir información. Por su parte, la información geoespacial refiere a toda información que es obtenida a través de las distintas fuentes y tecnologías derivadas de la geomática [1], utilizadas en el entorno de los Sistemas

1 Geomática: o ingeniería geomática (término este último compuesto por geo, *Tierra*, y mática, (*informática*), también llamada información espacial, información geoespacial e incluso tecnología geoespacial, es la ciencia que se ocupa de la gestión de información geográfica mediante la utilización de tecnologías de la información y la comunicación. La gestión incluye la adquisición, modelado, tratamiento, almacenamiento, recuperación, análisis, explotación, representación y difusión de la geodesia, la fotogrametría y teledetección,

Información Geográficas (SIG) y de las Infraestructuras de datos Espaciales (IDE). En consecuencia, toda información geoespacial que haya sido normalizada y estructurada para la generación de nuevos datos debe considerarse información geográfica.

Los datos geográficos hoy
¿Por qué normalizar la información geográfica?

Junto a la revolución TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones), el advenimiento de la globalización y la Web 2.0, se ha producido una clara democratización en el uso y producción de datos geoespaciales. Eso ha generado que nuevos grupos sociales accedan al uso de estos productos sin la formación e información adecuadas (Ariza & Rodríguez, 2018), en un entorno de mayor abundancia y volatilidad de la oferta de productos derivados de estos datos.

La expansión de las geotecnologías y el acceso creciente a la información geográfica (IG) han generado un entorno en el cual estos datos se han convertido en un recurso fundamental para la toma de decisiones en ámbitos tanto públicos como privados (Iniesto Alba & Nuñez, 2021). La capacidad de capturar, procesar y analizar información geoespacial mediante herramientas avanzadas no solo optimiza la planificación territorial y la gestión de los recursos, sino que también fortalece la formulación de políticas basadas en evidencia, promoviendo una mayor eficiencia y precisión en la toma de decisiones estratégicas. Entonces, para que los distintos actores utilicen y comprendan la información geográfica empleada, es indispensable que esta se encuentre normalizada bajo estándares que garanticen su calidad (IDERA, 2015).

La normalización de dicha información garantiza su uso tanto interno como por otros organismos, asegurando la interoperabilidad, el intercambio eficiente de la IG, la mejora de su calidad y la eliminación de la duplicación de datos. Todo esto lleva a un uso más eficiente de los recursos económicos destinados a investigación en entidades públicas. Según IDERA, la interoperabilidad se define como la "habilidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información intercambiada". Esta capacidad resulta fundamental en el ámbito de la gestión de datos espaciales, dado que permite la integración eficiente de diversas fuentes de información geográfica, optimizando su uso en distintos niveles de gobierno, instituciones académicas y sectores productivos.

Desde una perspectiva más amplia, la Organización Internacional de Normalización (ISO) establece que la interoperabilidad no solo implica el intercambio de datos, sino también la capacidad de los sistemas para interpretar y procesar dicha información de manera coherente y estandarizada. En este sentido, la interoperabilidad puede clasificarse en varios niveles: técnica, cuando se refiere a la compatibilidad de comunicación, servicios y seguridad; semántica, cuando garantiza que los datos sean comprendidos

Sistemas de Información Geográfica e Infraestructura de Datos Espaciales, y está relacionada con cualquier ciencia que suponga el procesamiento de información geográfica (IDERA, 2017).

de manera uniforme por los distintos actores; y organizativa, cuando permite la integración eficiente de procesos y normativas entre distintas instituciones.

La interoperabilidad en el ámbito de la información geoespacial es esencial para la construcción de IDE, dado que facilita la colaboración interinstitucional, evita la redundancia en la producción de datos y contribuye a una toma de decisiones más informada y basada en evidencia. La ausencia de un adecuado registro de la información geográfica conlleva importantes dificultades en su uso, reutilización e interoperabilidad. La falta de estandarización y documentación impide la integración eficiente de los datos en diferentes sistemas, generando inconsistencias, redundancia y pérdida de información relevante. Además, la falta de registro adecuado impacta negativamente en la calidad y trazabilidad de la información geográfica, obstaculizando su validación y actualización. Como consecuencia, se compromete la fiabilidad de los análisis espaciales y la planificación basada en evidencia, afectando tanto a sectores públicos como privados que dependen de datos geoespaciales precisos y accesibles.

Por este motivo, el presente trabajo aborda el objetivo de establecer un procedimiento sistemático para el registro de información geoespacial dentro de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), enfatizando la importancia del inventario y la trazabilidad.

MÉTODOS Y FUENTES UTILIZADOS

Para llevar adelante la publicación de información geoespacial en la Infraestructura de Datos Espaciales del Sudoeste Bonaerense (IDESoB), se distinguieron dos procedimientos: la creación de información espacial desde cero y la incorporación de capas preexistentes.

En el primer caso, correspondiente a la producción de nuevas capas, se definió inicialmente el objeto geográfico (OG) de referencia, identificando sus atributos y determinando su geometría a partir del Catálogo de Objetos Geográficos de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA, 2023). A continuación, se elaboró un informe técnico complementario sobre el objeto geográfico y se realizó la carga de los metadatos correspondientes. Posteriormente, se procedió a la incorporación de las capas en la base de datos y a la publicación de la información mediante geoservicios, el visualizador de capas y el gestor de catálogo de metadatos, asegurando su adecuada administración y visualización.

En el segundo caso, relativo a capas preexistentes, se llevó a cabo una revisión de la calidad de la información, evaluando la precisión espacial de los datos y el propósito original de su creación. Para ello, se confeccionó un inventario de toda la información generada y utilizada, elaborado en primera instancia por cada integrante de IDESoB responsable de la producción de información geoespacial. A partir de este inventario se desarrolló un registro de trazabilidad, con el objetivo de verificar si los datos cumplían con los criterios dispuestos en las normas de información geográfica o si requerían un proceso de estandarización.

La Figura 1 presenta el flujograma que describe el proceso completo, desde la producción hasta la publicación final de las capas.

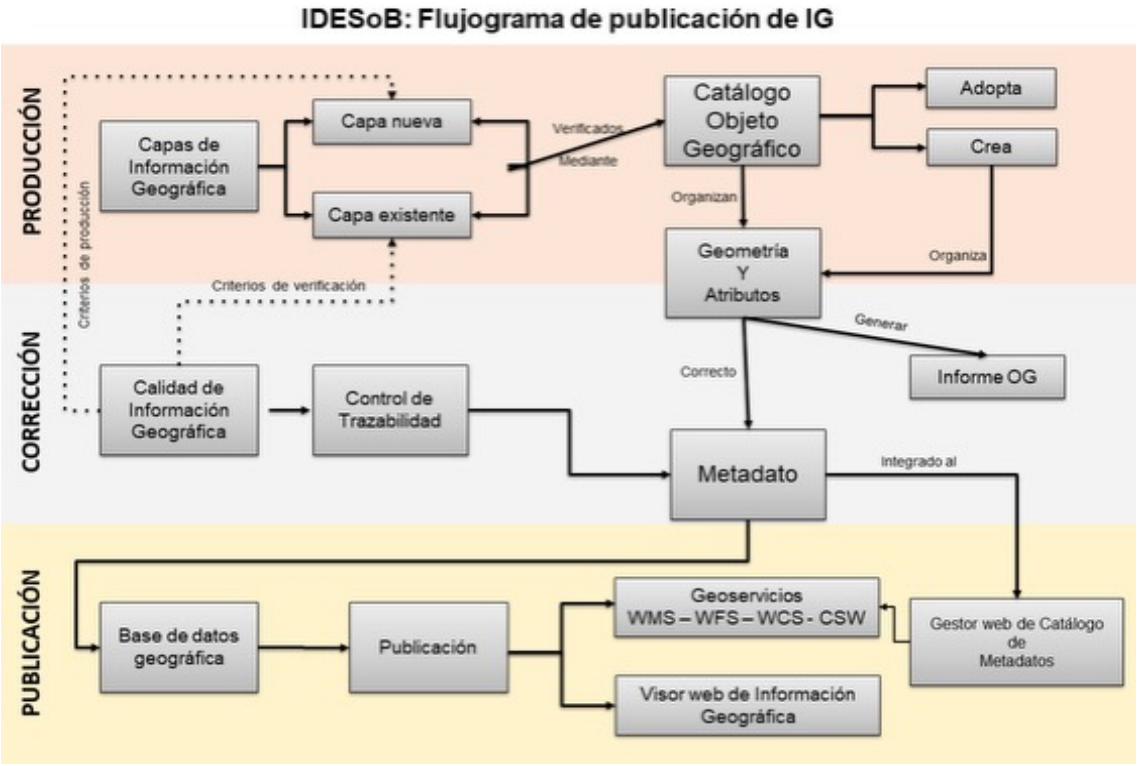


Figura 1. Flujograma de publicación de información geoespacial
Fuente: Barragán, F. (2025).

Como primer paso, es importante señalar que un inventario constituye un registro detallado, ordenado y valorado de los elementos que conforman el patrimonio de una organización, persona o comunidad en un momento determinado. Con el fin de normalizar la información geoespacial, se llevó a cabo un registro completo de toda la información creada, gestionada y modificada en el ámbito de trabajo, de manera clara, sistemática y detallada. En este marco, se entiende por capa a la unidad básica de información geográfica, definida como una colección lógica de entidades individuales que representan formas y ubicaciones geográficas, acompañadas de información descriptiva almacenada como atributos (IDERA, 2017).

Luego, de realizar el inventario se inició el proceso de trazabilidad para cada capa (IDESOB, 2022a,b,c). La trazabilidad se define como el conjunto de procedimientos que permite la identificación de la historia del dato geoespacial, el rastreo de su construcción y documentación de cada etapa durante su ciclo de vida. En el contexto de la IDE, la trazabilidad hace referencia al control y seguimiento de la información geoespacial desde su origen hasta su publicación tanto en el visor, como en la publicación de geoservicios y metadatos.

Para la elaboración del inventario (IDESOB, 2022c), se realizó un relevamiento exhaustivo de todas las capas disponibles en el grupo de trabajo de la IDESoB, incluyendo archivos almacenados en computadoras personales, discos externos y equipos compartidos. Además, se registró la fecha de la última actualización de cada capa y se documentaron las contribuciones realizadas, con el fin de establecer un control efectivo sobre la información geoespacial utilizada y administrada dentro de la IDE.

Toda la información recopilada fue organizada en un archivo de uso común (Figura 2), en el cual cada integrante del grupo consignó los siguientes datos:

- Nombre de la capa: se consignó la denominación original del archivo junto con su extensión (ej. Bsas.político.shp).
- Localización: se especificó el área geográfica a la que hace referencia el recurso.
- Catalogación: se verificó la existencia del recurso en el Catálogo de Objetos Geográficos de IDERA.
- Dato Básico y Fundamental (DByF): se identificó si la capa correspondía a un Dato Básico y Fundamental, considerando su importancia en los procesos de integración con información temática.
- Fecha de última actualización: se registró la fecha más reciente de modificación de la capa.
- Creador del dato: se señaló el responsable de la generación del dato, incluyendo su grupo de trabajo o afiliación si correspondía.
- Metadatos: se indicó la existencia o no de metadatos asociados, proporcionando la ubicación de acceso en caso afirmativo.
- Tipo de dato: se definió si la información correspondía a datos vectoriales (representados por puntos, líneas o polígonos con atributos) o ráster (representados por una cuadrícula de celdas con valores de variables).
- Publicación: se detalló si la capa estaba publicada, ya sea en un visor o mediante geoservicios.
- Trazabilidad: se identificó si el recurso había pasado por un proceso de trazabilidad.

Esta metodología permitió estructurar el inventario de manera ordenada y garantizar la disponibilidad de información clave para la gestión y publicación de datos geoespaciales.



Figura 2. Inventario de la IDESoB
Fuente: Arias J. (2024).

A partir de la información relevada en el inventario se inició la trazabilidad de cada una de las capas. El registro de trazabilidad inicia con la etapa de revisión, en donde se detalla el estado en que se encuentra la capa y las tareas que debían realizarse, así como el porcentaje de avance. A continuación, veremos en detalle qué significa cada uno:

1. Tarea: indica qué actividad se llevará a cabo. Las mismas pueden ser: creación, revisión, modificación, rectificación, reparación, etc.

2. Fecha de inicio: registra la fecha en que se inicia la actividad elegida (punto 1)

3. Porcentaje realizado: apunta el avance porcentual que lleva realizado de la Tarea (punto 1). Es necesario actualizar el porcentaje de forma periódica, es decir, al terminar la interacción diaria con las actividades.

4. Variables a examinar:

- Variable: descripción de las características encontradas.
- Nombre: detalla la denominación del archivo original con la extensión correspondiente (ej: cuencasalado.shp).
- Origen: detalla el origen. Ej.: levantamiento de campo, levantada en campo y fuente oficial, obtenidos mediante sensores remotos, resultado del procesamiento, fuente desconocida.
- Objetivo: motivo principal para el cual fue concebido la información o dato.

• Metadato: expresa la existencia o no del metadato. De ser positivo se detalla la dirección para poder acceder a él.

• Denominación del objeto: expresa la existencia o no del objeto geográfico en el catálogo de objetos geográficos (IDERA). Ej: 060602.

• Año: alguna fecha referencial del dato. Puede expresarse la fecha numérica seguida de alguna referencia que expliqué a qué estadio del recurso hace alusión la misma.

• Escala: escala de representación (numérica) para la cual se han creado los datos o bien para la cual se han modificado.

• Nivel: hace alusión a las dimensiones que abarca el dato. Es un parámetro subjetivo que orienta al usuario. Ej: región, partido o comuna, cuenca hidrográfica, etc.

• Formato de origen: el formato de archivo en el que fue entregado el dato o información. Ej: shp, tif, etc.

• Sistema de coordenadas original: sistemas de coordenadas con el cual fueron generados los datos desde su origen.

• Sistema de coordenadas entregado: sistemas de coordenadas con el que quien evalúa el recurso tomó contacto.

• Sistema de coordenadas final: sistema de coordenadas que se le asignará para su uso futuro. De ser necesario cambiar el sistema de coordenadas.

• Atributos o campos: de contener datos alfanuméricos, detallar el nombre de la columna y una breve descripción de su contenido. Ej: ID, perímetro, área, provincia, etc. (en los casos en que la capa está normalizada, los atributos deben corresponder con los presentados en el catálogo de objetos, por ejemplo, FNA – GNA – SAG, etc. y no es necesario la descripción del contenido).

• Observaciones: detalles que aporten a la trazabilidad de los procesos o tips que el usuario crea convenientes registrar.

• DByF: indica si hace referencia a un Dato Básico y Fundamental.

• Integrante: señala el nombre de la persona encargada de la tarea.

Finalizada la primera etapa, se inicia la etapa de control y edición de los vectores. Para ello, se repiten las secciones de la etapa anterior siguiendo la misma lógica (nombre de la capa, tarea, fecha de inicio y porcentaje de avance) y se incorporaron los siguientes pasos:

• Nombre del proceso: denominación de la edición vectorial que voy a realizar (Ej corrección topológica, control de vectores, comprobación de geometrías y topologías, etc.).

• Cantidad de errores: número de errores encontrados en la capa analizada.

• Herramienta o proceso: denominación o procedimiento utilizado para la solución de los errores. Ej: complemento de QGIS para corregir geometrías.

• Observaciones: detalles que aporten a la trazabilidad de los procesos o tips que el usuario crea convenientes registrar.

• Integrante: persona a cargo de la tarea realizada.

La tercera etapa se centra en los atributos de la capa de información, para ello se indica los pasos generales (nombre de la capa, tarea, fecha y porcentaje), incorporando el siguiente detalle:

• Nombre del proceso: denominación de la edición de atributos que voy a realizar (Ej: Completar tabla, Diseñar tabla, Reestructurar tabla).

• Cantidad de errores: número de errores encontrados en la capa analizada, por ejemplo, columnas que faltan adicionar (atributos obligatorios según el catálogo de objetos) o nombres de las columnas que no se encuentran estandarizadas.

• Herramienta o proceso: denominación o procedimiento utilizado para la solución de los errores.

• Observaciones: detalles que aporten a la trazabilidad de los procesos o tips que crea conveniente registrar, por ejemplo, si la edición de los atributos debió realizarse a partir de un nuevo objeto geográfico.

• Integrante: persona a cargo de la tarea realizada.

La última etapa corresponde a los metadatos. Como se trata de una capa existente y cuenta con datos disponibles, se extraen aquellos parámetros que hacen a la condición de metadato y se registran los elementos inexistentes que deben ser obtenidos mediante otra estrategia (entrevista al generador del dato, lectura de los materiales y métodos utilizados para la obtención del dato, etc.). Dado que la capa no contaba con ningún tipo de metadato, se realizó la carga de los mismos.

Para ello se tuvo en cuenta lo siguiente:

• Título: nombre por el que se conoce formalmente el recurso. Por ejemplo: Ríos permanentes de Buenos Aires.

• Tipo de fecha de referencia: indicar si la fecha del metadato corresponde al momento de creación, publicación o revisión del recurso.

• Fecha (año – mes): momento en que se realizó la actividad mencionada en el punto b.

• Edición o versión: detallar si es la primera versión del recurso, o si experimentó modificaciones.

• Resumen: relato sintético del contenido del recurso, El mismo nos permite una revisión rápida del recurso asociado al metadato.

• Estado: indicar en qué etapa se encuentra el recurso. Ej: completo, obsoleto, en curso, planeado, etc.

• Punto de contacto del creador del dato: nombre completo y correo electrónico de la persona que creó el dato.

• Punto de contacto del conjunto de metadatos: nombre completo y correo electrónico de la institución, organismo o persona que creó el metadato.

• Frecuencia de mantenimiento: frecuencia con el que se realizan los mantenimientos luego de la generación de la primera versión. Ej: quincenalmente, anualmente, continuo, irregular, etc.

• Tema: área temática dentro de la cual se enmarca el dato, por ejemplo: agricultura - biota - límites - clima - economía - elevación - medio ambiente - información geo científica – etc. Puede corresponder a más de un tema.

• Palabras claves descriptivas: palabras o expresiones que describen el recurso y que se utilizan para etiquetar y organizar el contenido.

• Restricciones: información sobre los derechos de disposición y acceso que afectan el uso del recurso. Se deberá indicar la situación legal del contenido del recurso y su utilización. Ej: copyright, patente, licencia, etc.

• Tipo: naturaleza o género del contenido del recurso. Ej: vector, grid, tabla de texto, etc.

• Escala: escala de representación (numérica) para la cual se han creado los datos o bien para la cual se han modificado.

• Extensión temporal: indicar, en caso de tratarse de muestras en campo, inicio y fin de las campañas.

• Extensión geográfica: latitud y longitud de los 4 puntos que forman el cuadrado correspondiente al área de estudio.

• Sistema de referencia espacial y/o proyección: sistemas de coordenadas del recurso.

• Descripción: frase sintética del contenido del recurso (hasta 300 caracteres). Por ejemplo: *Aplicación de información topográfica en la delimitación de grandes cuencas y regiones hidrológicas de la provincia de Buenos Aires*).

• Linaje: describir en una o unas pocas sentencias cuáles fueron los datos de base para la creación del recurso documentado.

• Fecha del metadato: fecha de creación del metadato.

• Integrante: persona encargada de completar la etapa de metadatos dentro del proceso de trazabilidad.

• Catálogo de metadatos: indicar si los metadatos del recurso se encuentran cargados en el catálogo y si están públicos, por ejemplo, en Geonetwork.

RESULTADOS

En la Figura 3 se observa el registro de trazabilidad realizado por alumnas del Departamento de Geografía y Turismo de la capa denominada *nitrito.shp*. La misma corresponde a valores de nitritos de la laguna Epecuén obtenidas mediante la recolección de muestras de campo por la Dra. Alejandra Geraldi (2009) en el marco de su tesis doctoral Estudio geoambiental de la cuenca lagunar las Encadenadas del Oeste.

A partir de la revisión fue posible identificar las condiciones generales en la que se encontraba la información geoespacial y las posibilidades reales de ser publicada dentro de la IDE. Se comprobó que no contaba con los parámetros mínimos para su publicación y se dió inicio a la siguiente etapa.

	Tarea	Fecha	Porcentaje realizado	Nombre	Origen	Objetivo	Metadato	Denominación del objeto Geográfico
1	[illegible]	[illegible]	100	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Escala	Nivel	Formato de origen	Sistema de coordenadas original	Sistema de coordenadas entregado	Sistema de coordenadas final	Identificador único	Atributos o campos
1: 50000	Laguna Epecuén	shp	EPSG:22194 - Campo Inchauspe / Argentina 4	EPSG:22194 - Campo Inchauspe / Argentina 4	EPSG:32720 WGS 84	x	ID, NITRITOS, MUESTRA, NITRITOS, NITRATOS

Observaciones	DByF / Institución	Integrante
Atributo "NITRITOS" duplicado	No	Allen, Andy

Figura 3. Trazabilidad de la capa Nitritos
Fuentes: Arias (2024).

Finalizada la primera etapa, se procedió al control y edición de los vectores geoespaciales, focalizando en la capa *nitrito*. Esta capa, compuesta por entidades puntuales, presentaba errores de comisión debido a un error temático en su creación original. Específicamente, se identificaron puntos que no correspondían a mediciones de nitritos sino a puntos que señalan los límites del cuerpo de agua, lo cual generaba inconsistencias en la representación espacial de los datos (Figura 4).

Este hallazgo resalta la importancia de implementar procesos rigurosos de control de calidad en la información geoespacial. Según Ariza & Rodríguez (2018), la calidad temática y la trazabilidad son elementos fundamentales para garantizar la fiabilidad de los datos geoespaciales. La trazabilidad, entendida como la capacidad de rastrear el origen y las modificaciones de los datos a lo largo de su ciclo de vida, permite identificar y corregir errores que podrían comprometer la integridad de los análisis espaciales.

En este contexto, se aplicaron procedimientos de normalización y validación de la información, alineados con las recomendaciones de la norma ISO 19157-1 sobre calidad de datos geoespaciales (International Organization for Standardization, 2023). Estos procedimientos incluyen la verificación de la exactitud temática, la consistencia lógica

y la completitud de los datos, asegurando que cada punto representa una observación válida de nitritos en la laguna Epecuén.

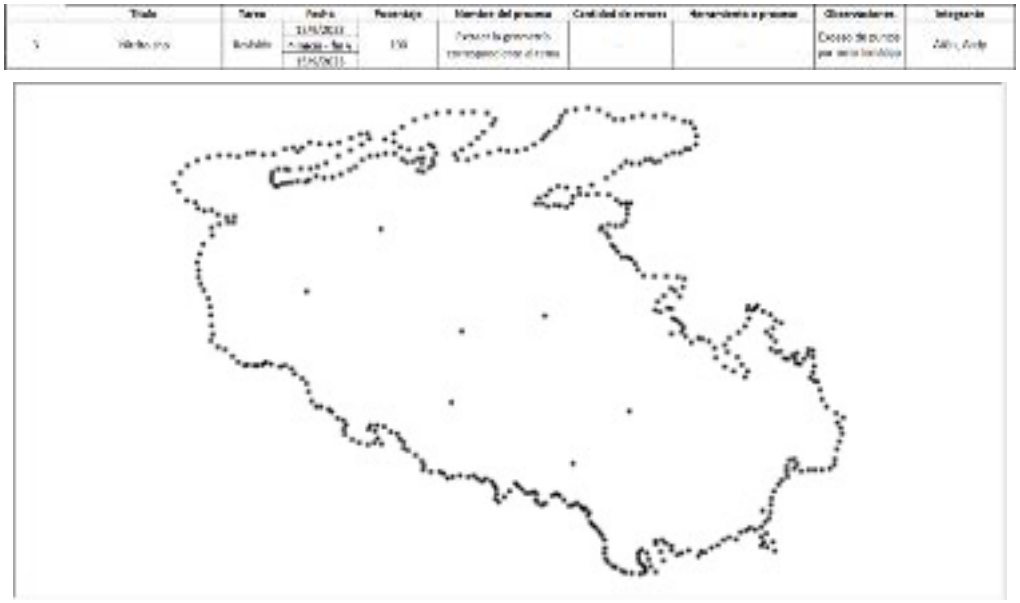


Figura 4. Representación de los datos con error temático
Fuente: Arias (2024).

La relevancia de este proceso se evidencia al considerar que la capa nitrito forma parte del conjunto de datos utilizados en una investigación donde se analizan las concentraciones de nitritos en la laguna durante un período específico, proporcionando una base científica para estudios posteriores sobre la calidad del agua y la dinámica ambiental de la región.

La identificación y corrección de errores en la capa nitrito no solo mejora la calidad de los datos disponibles, sino que también contribuye a fortalecer las capacidades de la Infraestructura de Datos Espaciales del Sudoeste Bonaerense (IDESoB) para ofrecer información geoespacial precisa y confiable. Este esfuerzo se alinea con las mejores prácticas internacionales en gestión de datos espaciales, promoviendo la interoperabilidad y el uso efectivo de la información geográfica en la toma de decisiones ambientales y territoriales.

Una vez identificado el error temático en la capa *nitrito*, se procedió a su corrección mediante un proceso de depuración de los registros inválidos. Como resultado de esta intervención, se obtuvo una capa de información geoespacial normalizada que representa exclusivamente los datos válidos de concentración de nitritos en la laguna de Epecuén, correspondientes a puntos de muestreo realizados en el año 2005 (Figura 5).

La depuración permitió garantizar la correspondencia estricta entre los registros temáticos y su representación espacial, corrigiendo las inconsistencias previamente detectadas. Esta acción responde a las recomendaciones establecidas por Geraldi et al.

(2019), Barragán et al. (2018) y Arias et al. (2023), que enfatizan en la importancia de depurar y validar los datos geoespaciales para asegurar su confiabilidad y trazabilidad dentro de una IDE. Asimismo, se incorpora uno de los criterios de control de calidad propuestos por Ariza & Rodriguez (2018), que destaca la necesidad de asegurar la integridad temática como requisitos fundamentales para la interoperabilidad y el uso eficiente de los datos.

La corrección de la capa no solo optimizó su calidad interna, sino que además mejoró la transparencia del proceso de publicación, fortaleciendo el principio de reproducibilidad de los datos geográficos, esencial en el ámbito de las IDEs. Como resultado, se dispone ahora de un producto geoespacial consistente, trazable y acorde a los estándares de calidad, lo que favorece su integración en procesos posteriores de análisis y visualización territorial.

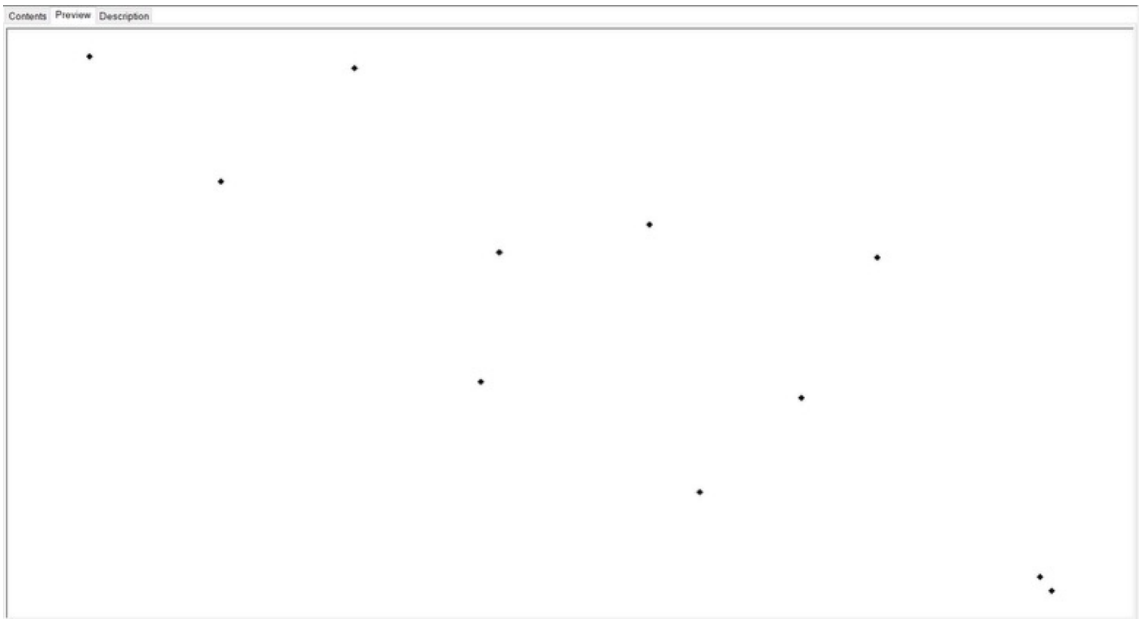


Figura 5. Representación de la capa depurada
Fuente: Arias J. (2025).

La tercera etapa se centra en los atributos de la capa de información. En este caso, la capa de información *nitrito* no se encontraba normalizada bajo normas ISO 19.110. La problemática no se restringe a la ausencia de estandarización en la tabla de atributos (Figura 6), ya que el dato tampoco se encuentra definido como objeto geográfico en el Catálogo de Objetos Geográficos de IDERA. Si observamos en detalle la tabla de atributos (Figura 7) veremos que hay columnas repetidas, algunas que se encuentran vacías e incluso otra que hace referencia a datos que no corresponden a la capa, además de no estar representados mediante códigos.

Teniendo en cuenta esta situación, se dio aviso al grupo de Información Geoespacial de la IDESOB que procedió a la catalogación de este nuevo objeto geográfico denomi-

nado *puntos de muestreo* (Figura 8), disponible en el Catálogo de Objetos Geográficos de la IDESoB (IDESOB, 2023).

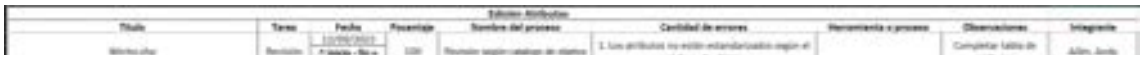


Figura 6. Sección de trazabilidad referente a los atributos
Fuente: Arias (2025).

Una vez definida la necesidad de corregir la estructura semántica de la capa geoespacial, se procedió a la modificación de su tabla de atributos, adecuándola a los lineamientos de normalización propuestos por el grupo de trabajo de la IDESoB y conforme a las recomendaciones metodológicas de IDERA (IDERA, 2023). La adecuación consistió en la depuración de campos innecesarios, la estandarización de nombres de atributos siguiendo criterios de nomenclatura homogénea, y la reorganización de la estructura interna de la base de datos. El resultado de esta intervención se muestra en la Figura 9.

La normalización de la tabla de atributos no solo implicó una mejora técnica, sino también un fortalecimiento de la calidad semántica del dato, garantizando una correspondencia precisa entre las entidades geográficas y su descripción temática. Según lo planteado por Geraldi (2019) y desarrollado en Jornadas IDERA anteriores a ésta (Barragán et al., 2018; Arias et al., 2023), la adecuada estructuración de los atributos es un requisito esencial para favorecer la interoperabilidad de las capas en una infraestructura de datos espaciales, permitiendo su combinación eficiente con otros conjuntos de datos y mejorando la calidad de los análisis espaciales derivados.

	FID	Shape *	ID	NITRITOS	MUESTRA	NITRITO	NITRATOS
▸	0	Point	0	0	527	0	0
	1	Point	0	0		0	0
	2	Point	0	0		0	0
	3	Point	0	0		0	0
	4	Point	0	0		0	0
	5	Point	0	0		0	0
	6	Point	0	0		0	0
	7	Point	0	0		0	0

Figura 7. Tabla de atributos sin normalizar
Fuente: Arias (2025).

Además, este proceso de estandarización contribuye a la sostenibilidad de las bases de datos geoespaciales, dado que minimiza la ambigüedad semántica y facilita la actualización futura de los datos (Geraldi et al., 2022; Peñas et al., 2020). Tal como indican las recomendaciones de la comunidad IDERA, el diseño de atributos debe priorizar la claridad, la unicidad y la trazabilidad del significado de cada campo, aspectos que fueron tenidos en cuenta en la presente normalización.



Figura 8. Catalogación de un nuevo Objeto Geográfico
Fuente: Arias (2022).

FID	Shape	ID	TDM	FDD	MOP	VDM	SAG
0	Point	0	NITRITOS	3/6/2005	Botella Van Dorn	0	Laboratorio de Geotecnologías
1	Point	1	NITRITOS	3/6/2005	Botella Van Dorn	12,09	Laboratorio de Geotecnologías
2	Point	2	NITRITOS	3/6/2005	Botella Van Dorn	0,19	Laboratorio de Geotecnologías
3	Point	3	NITRITOS	3/6/2005	Botella Van Dorn	0,15	Laboratorio de Geotecnologías
4	Point	4	NITRITOS	3/6/2005	Botella Van Dorn	0,1	Laboratorio de Geotecnologías
5	Point	5	NITRITOS	3/6/2005	Botella Van Dorn	0,15	Laboratorio de Geotecnologías
6	Point	6	NITRITOS	3/6/2005	Botella Van Dorn	0,17	Laboratorio de Geotecnologías
7	Point	7	NITRITOS	3/6/2005	Botella Van Dorn	0,13	Laboratorio de Geotecnologías
8	Point	8	NITRITOS	3/6/2005	Botella Van Dorn	0,19	Laboratorio de Geotecnologías
9	Point	9	NITRITOS	3/6/2005	Botella Van Dorn	0,23	Laboratorio de Geotecnologías
10	Point	10	NITRITOS	3/6/2005	Botella Van Dorn	12,09	Laboratorio de Geotecnologías

Figura 9. Tabla de atributos normalizada.
Fuente: Arias (2025).

Posteriormente se abordó la última etapa del proceso de normalización, correspondiente a la generación y carga de los metadatos asociados a la capa geoespacial. En esta instancia se verificó inicialmente si existían metadatos previos; sin embargo, se constató la ausencia total de documentación, situación que representa un déficit común en capas históricas según lo expuesto por Barragán et al. (2018) y Arias et al. (2017).

Frente a esta situación, y siguiendo la guía de buenas prácticas establecidas por IDERA (2017) y las normas internacionales ISO 19.115, se procedió a la creación de un nuevo conjunto de metadatos para la capa. La carga de metadatos incluyó la identificación del título, resumen, palabras clave, referencia espacial, responsable de la información y restricciones de acceso, entre otros parámetros mínimos requeridos para garantizar

su adecuada catalogación y publicación (Figura 10).

La generación de metadatos adecuados representa un hito fundamental en el proceso de fortalecimiento de la IDE, dado que mejora significativamente la accesibilidad, transparencia y reutilización de la información, tal como lo destacan Geraldi et al. (2022) y Peñas et al. (2020) en sus trabajos sobre normalización en IDE. La ausencia de metadatos no solo limita la usabilidad de las capas geoespaciales, sino que también obstaculiza su integración en procesos de análisis espacial más complejos, afectando la interoperabilidad y el intercambio de información entre organismos.

En consecuencia, la incorporación de metadatos completos y estandarizados permitió no solo la corrección de una deficiencia previa, sino también la alineación de esta capa con los principios de datos abiertos y la gobernanza de la información geoespacial que promueve la comunidad IDERA y las buenas prácticas internacionales.

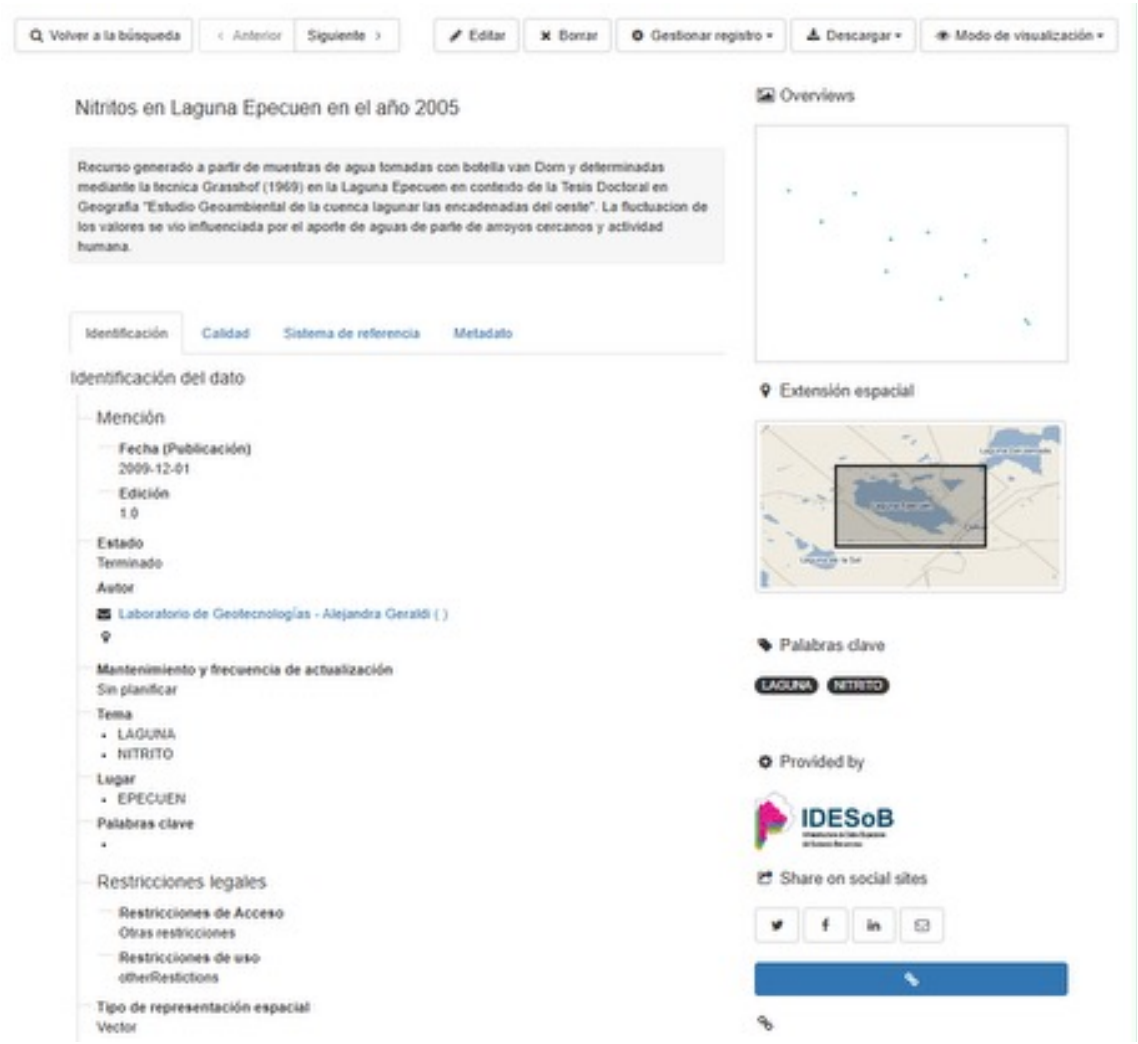


Figura 10. Metadatos publicados
Fuente: Laffeuillade L. (2025).

CONCLUSIONES

El estudio estableció con éxito un procedimiento sistemático para el registro de información geoespacial dentro de una IDE, enfatizando la importancia del inventario y la trazabilidad, lo cual es crucial en el contexto actual donde la disponibilidad y el uso de datos geoespaciales han aumentado significativamente.

Al diferenciar entre la creación de nuevas capas y la incorporación de datos preexistentes, la investigación proporcionó un enfoque estructurado para la normalización de datos y el aseguramiento de la calidad, abordando un desafío común en la gestión de IDE.

La implementación de procesos de inventario y trazabilidad no sólo garantizó la disponibilidad y consistencia de los datos, sino que también aseguró la adherencia a estándares establecidos, optimizando en última instancia la gestión de datos geoespaciales dentro de una IDE.

Este enfoque contribuye a la interoperabilidad, un aspecto fundamental según las normas ISO 19100, permitiendo que diferentes sistemas y organizaciones utilicen la información de manera coherente. Además, al mejorar la calidad y reducir la redundancia de los datos, se promueve un uso más eficiente de los recursos económicos destinados a la investigación en entidades públicas.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo fue realizado en el marco del proyecto de Investigación PGI 24/G101 Modelado, Resiliencia Territorial y Gestión Ambiental Sustentable mediante Tecnologías de Información Geográfica: Enfoques Comparativos para la planificación y gestión.

REFERENCIAS

ARIAS, J., GERALDI, A., ÁNGELES, G., & LAFFEUILLADE, L. (2017). La aplicación de Geonetwork para carga de metadatos de la infraestructura de datos espaciales del Sudoeste Bonaerense (IDESoB) [Póster]. *XII Jornadas IDERA*

ARIAS, J., GERALDI, A. M., & BARRAGÁN, F. G. (2024). Propuesta metodológica para el diseño de un catálogo de objetos geográficos para el manejo estandarizado de información geoespacial. En *Anais do 4º Simpósio Brasileiro de Infraestrutura de Dados Espaciais (pp. 156-159). Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais*. https://inde.gov.br/simposio-16-anos/docs/AnaiSBIDE4_v5_241017_093910J.pdf

ARIAS, J., PALMEYRO, L., LAFFEUILLADE, L., VIDAL QUINI, N., ARCE CENDOYA, S., BARRAGÁN, F., & GERALDI, A. M. (2023). Normalización de datos vectoriales conforme la Infraestructura de Datos Espaciales del Sudoeste Bonaerense (IDESoB). En *L. Reynoso, L. Balparda, V. Ortiz, M. A. Fernandez, A. R. Vargas, M. Soria, M. A. Barrera, & L. Ramirez (Eds.), Ponencias de las XVII Jornadas IDERA 2023* (pp. 407-419). Instituto Geográfico Nacional. https://www.idera.gob.ar/images/stories/eventos/2023/XVII_Jornadas_LaPampa/Libro_Jornadas_IDERA_2023.pdf

ARIZA, F. J., & RODRÍGUEZ, A. F. (2018). Calidad de datos geográficos, geoservicios y productores de datos: análisis crítico. *Revista cartográfica*, (97), 105–143. https://revistasipgh.org/index.php/rcar/article/view/178

BARRAGÁN, F., LAFFEUILLADE, L., ARIAS, J., PALMEYRO, L., VIDAL QUINI, N., GERALDI, A., & ÁNGELES, G. (2018). Documento para la consecución de una red vial de calidad para estudios geográficos según los parámetros IDESoB. En *Ponencias de las XIII Jornadas IDERA 2018* (pp. 201-218). Instituto Geográfico Nacional. https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/jornadas/XIII_SanJuan/Libro_Ponencias_XIII_IDERA_SanJuan_OK.pdf#page=10.00

DE LA FUENTE GARCÍA, C. (2020). *Guía práctica para la publicación de Datos Espaciales* Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital.https://datos.gob.es/es/documentacion/guia-practica-para-la-publicacion-de-datos-espaciales

GERALDI, A. M. (2009). *Estudio geoambiental de la cuenca lagunar las encadenadas del oeste* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional del Sur]. https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/2233

GERALDI, A. M., BARRAGÁN, F. G., ARIAS, J., LAFFEUILLADE, L., MARTÍNEZ, F., POTOCKI, L., MARTÍNEZ, G., PALMEYRO, L., PEÑAS, V. H., & VIDAL QUINI, N. (2022) Infraestructura De Datos Espaciales del Sudoeste Bonaerense (IDESOB). Componentes operativos y fundamentos normativos en Nodo Ide Universitario. En L. Reynoso, L. Balparda, E. del V. Ortiz, M. A. Fernandez, A. R. Vargas, M. Soria, M. A. Barrera, & L. Ramirez (Eds.), *Ponencias de las XVI Jornadas IDERA 2022* (pp. 371-376). Instituto Geográfico Nacional. https://www.idera.gob.ar/images/stories/eventos/2022/XVI_Jornadas/Libro_Jornadas_IDERA_2022.pdf

GERALDI, A. M., BARRAGÁN F. G., LAFFEUILLADE, L., & ARIAS, J. (2019). Institucionalización del Nodo Universitario IDESoB [Presentación oral]. *XIV Jornadas IDERA*. https://www.idera.gob.ar/images/stories/eventos/2019/viernes24/Bloque1/Nodo_Universitario_IDESoB_IDERA_XIV_Jornadas_EntreRios2019.pdf

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. GRUPO DE TRABAJO INFORMACIÓN GEOESPACIAL. (2023). *Descripción de Datos Básicos y Fundamentales* (versión 2.0). https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/catalogo/Descripcion_DByF_V2-0_IDERA_2023.pdf

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. GRUPO DE TRABAJO INFORMACIÓN GEOESPACIAL. (2023). *Catálogo de Objetos Geográficos de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina* (versión 2.1)

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. GRUPO DE TRABAJO INFORMACIÓN GEOESPACIAL. (2023). *Descripción del Catálogo de Objetos Geográficos de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina* (versión 2.1)

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. GRUPO DE TRABAJO MARCO INSTITUCIONAL. (2015). *Lineamientos para el acceso, difusión, uso e interoperabilidad de información geoespacial* (versión 1.0). https://www.idera.gob.ar/images/descargas/Lineamientos_acceso_difusion_uso_e_interoperabilidad_IG_v1-0.pdf

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. GRUPO DE TRABAJO MARCO INSTITUCIONAL. (2017). *Glosario IDERA* (versión 1.0). https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/documentos/Glosario_IDERA.pdf

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. GRUPO DE TRABAJO METADATOS. (2017). *Guía de buenas prácticas de metadatos* (versión 1.0). https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/documentos/metadatos/20180202-Guia_de_Buenas_Practicas_de_Metadatos_V1_0.pdf

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DEL SUDOESTE BONAERENSE. (2022a). *Instructivo Tabla Trazabilidad de actividades IDESoB* (versión 1.1) [informe técnico interno no publicado]. Universidad Nacional del Sur

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DEL SUDOESTE BONAERENSE. (2022b). *Primeros pasos Trazabilidad IDESoB* (versión 3.0) [informe técnico interno no publicado]. Universidad Nacional del Sur

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DEL SUDOESTE BONAERENSE. (2022c). *Trazabilidad – Diagnóstico IG IDESoB* (versión 1.0) [informe técnico interno no publicado]. Universidad Nacional del Sur

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DEL SUDOESTE BONAERENSE. (2023) *Catálogo de Objetos Geográficos de la IDESoB* (versión 2.0). Universidad Nacional del Sur. https://idesob.uns.edu.ar/

INIESTO ALBA, M. J., & NUÑEZ, M. A. (2021). *Infraestructura de datos espaciales*. Centro Nacional de Información Geográfica. España. https//doi.org/10.7419/162.35.2020

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. (2023). *ISO 19157-1:2023(en) Geographic information — Data quality — Part 1: General requirements.* ISO

MARCO INTEGRADO DE INFORMACIÓN GEOESPACIAL DE LAS NACIONES UNIDAS. (2022). *Ruta Estratégica 4: Datos*. https://ggim.un.org/

MARCO INTEGRADO DE INFORMACIÓN GEOESPACIAL DE LAS NACIONES UNIDAS. (2023). *Guía estratégica para desarrollar y reforzar la gestión nacional de la información geoespacial. Parte 1: estrategia global* (2da ed.). https://ggim.un.org/UN-IGIF/documents/IGIF-SP_PARTE%201_ESTRATEGIA%20GLOBAL_SecundaEdicion_FINAL.pdf

PEÑAS, V. H., ARIAS, J., GERALDI A. M., BARRAGÁN F. G., LAFFEUILLADE L. M., VARELA VILLA, L., REIMERS, W., MARTÍNEZ, F., POTOCKI, L., & MARTÍNEZ, G. (2023). Acondicionamiento de información geográfica de calidad para incorporar a una IDE en contexto de COVID-19. En *Jornadas virtuales de academia y ciencia de IDERA 2020* (pp. 29-36). Instituto Geográfico Nacional. https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/jornadas/2020/Libro_IDERA_2020.pdf#page=6.00

Herramientas geoespaciales para la gestión pública

Avances y consolidación del Geoportal de Ordenamiento Ambiental del Territorio (Proyecto PNUD AR/19/G24)

Geospatial Tools for Public Management
Progress and Consolidation of the Environmental Land-Use Planning Geoportal (UNDP Project AR/19/G24)

Ferramentas Geoespaciais para a Gestão Pública
Avanços e Consolidação do Geoportal de Ordenamento Ambiental do Território (Projeto PNUD AR/19/G24)

Nicolás Caloni[*1], *Luis Dóvalo*[1], *Pamela Zamboni*[1]

1 Dirección de Recursos Naturales. Subsecretaría de Ambiente de la Nación.
**: ncaloni@ambiente.gob.ar*

Resumen: En el presente trabajo se destacan los avances y la consolidación del Geoportal de Ordenamiento Ambiental del Territorio como herramienta de gestión pública del *Proyecto Incorporación de la conservación de la biodiversidad y el manejo sostenible de las tierras en la planificación del desarrollo: Operacionalizar el Ordenamiento Ambiental del Territorio en la Argentina*. El Geoportal, implementado a través del Geonode, es utilizado como un repositorio de datos geográficos sobre las temáticas y problemáticas abordados por el OAT con aplicación en sitios específicos de intervención del proyecto por parte de los organismos participantes, tanto a nivel provincial, regional y local. Es de destacar la incorporación de información geográfica a nivel local y regional por parte de los socios miembros del proyecto, como es el caso del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y la Universidad Nacional de Luján. Ambos socios miembros han generado información de base vinculadas a las temáticas y problemáticas del ordenamiento ambiental del territorio, el primero de ellos a escala local con

vuelos de drones y relevamientos en campo y el segundo a escala regional en el análisis y diagnóstico de la cuenca del río Luján. La información geográfica se encuentra disponible en el Geoportal para su visualización y/o descarga. Este recurso fortalece la vinculación entre tecnología y gestión territorial, promoviendo la integración y el uso estratégico de las geotecnologías para optimizar los procesos de gestión pública.

Palabras clave: *Geonode, biodiversidad, Sistema Integrado Nacional de Información Ambiental, ordenamiento territorial.*

Abstract: This paper highlights the progress and consolidation of the Environmental Land-Use Planning Geoportal as a public management tool within the framework of the project *Incorporating Biodiversity Conservation and Sustainable Land Management into Development Planning: Operationalizing Environmental Land-Use Planning in Argentina*. Implemented through the GeoNode platform, the Geoportal serves as a repository of geographic data on the topics and issues addressed by the Environmental Land-Use Planning (OAT), with applications in specific project intervention sites at the provincial, regional, and local levels. A key achievement has been the incorporation of local and regional geographic information provided by project partners such as the National Institute of Agricultural Technology (INTA) and the National University of Luján. These partners have generated foundational geospatial data relevant to the thematic areas and issues of environmental land-use planning—the former through drone flights and field surveys at the local scale, and the latter through regional-scale analysis and diagnosis of the Luján River basin. All geographic information is available on the Geoportal for visualization and/or download. This resource strengthens the link between technology and territorial management, promoting the integration and strategic use of geotechnologies to optimize public management processes.

Keywords: *GeoNode, biodiversity, National Integrated Environmental Information System, land-use planning.*

Resumo: Este trabalho destaca os avanços e a consolidação do Geoportal de Ordenamento Ambiental do Território como ferramenta de gestão pública no âmbito do projeto *Incorporação da conservação da biodiversidade e do manejo sustentável das terras no planejamento do desenvolvimento: operacionalizar o Ordenamento Ambiental do Território na Argentina*. Implementado por meio da plataforma GeoNode, o Geoportal funciona como um repositório de dados geográficos sobre os temas e problemáticas abordados pelo Ordenamento Ambiental do Território (OAT), com aplicações em sítios específicos de intervenção do projeto em níveis provincial, regional e local. Destaca-se a incorporação de informações geográficas locais e regionais

por parte dos parceiros do projeto, como o Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA) e a Universidade Nacional de Luján. Esses parceiros geraram dados geoespaciais fundamentais relacionados às temáticas e problemáticas do ordenamento ambiental do território — o primeiro em escala local, por meio de voos de drones e levantamentos de campo, e o segundo em escala regional, na análise e diagnóstico da bacia do rio Luján. Todas as informações geográficas estão disponíveis no Geoportal para visualização e/ou download. Esse recurso fortalece a conexão entre tecnologia e gestão territorial, promovendo a integração e o uso estratégico das geotecnologias para otimizar os processos de gestão pública.

Palavras-chave: *GeoNode, biodiversidade, Sistema Nacional Integrado de Informação Ambiental, ordenamento territorial.*

ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO

Es importante mencionar que el proyecto PNUD OAT ARG/19/G24[1] se inició en 2019, bajo la implementación de la entonces Secretaría de Política Ambiental en Recursos Naturales (SPARN-MAyDS), y en articulación con la Infraestructura de Datos Espaciales Ambiental del Sistema Integral de Información Ambiental (SINIA) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación (MAyDS). En la actualidad, el proyecto se desarrolla bajo la órbita de la actual Subsecretaría de Ambiente, dependiente de la Secretaría de Turismo, Ambiente y Deportes del Ministerio del Interior de la Nación. Su objetivo principal es incorporar la conservación de la biodiversidad y el Manejo Sostenible de las Tierras (MST) para hacer operativo el Ordenamiento Ambiental del Territorio (OAT) en Argentina, con un enfoque de género e interculturalidad. Este trabajo se realiza en conjunto con las autoridades ambientales de las provincias de Buenos Aires, Mendoza y Jujuy, y cuenta con el acompañamiento estratégico de socios miembros como el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), el Instituto Nacional de Asuntos Indígenas (INAI) y el Instituto Nacional del Agua (INA). Como parte del proyecto, se espera contar con herramientas y marcos de referencia para incorporar la Conservación de la biodiversidad al OAT.

En este contexto, en el año 2023 se elaboró de forma participativa y con el reconocimiento de Comisión Nacional de Biodiversidad (CONADIBIO) y el Consejo Federal del Medio Ambiente (COFEMA), la primera Estrategia Federal para el Ordenamiento Ambiental Territorial (EFOAT), que incluye como instrumento operativo para el OAT a los Sistemas de Información Geográfica e Infraestructuras de datos espaciales (IDE).

1 Proyecto PNUD ARG/19/G24 Incorporación de la conservación de la biodiversidad y el manejo sostenible de las tierras (MST) en la planificación del desarrollo: Operacionalizar el Ordenamiento Ambiental del Territorio (OAT) en la Argentina,. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD.

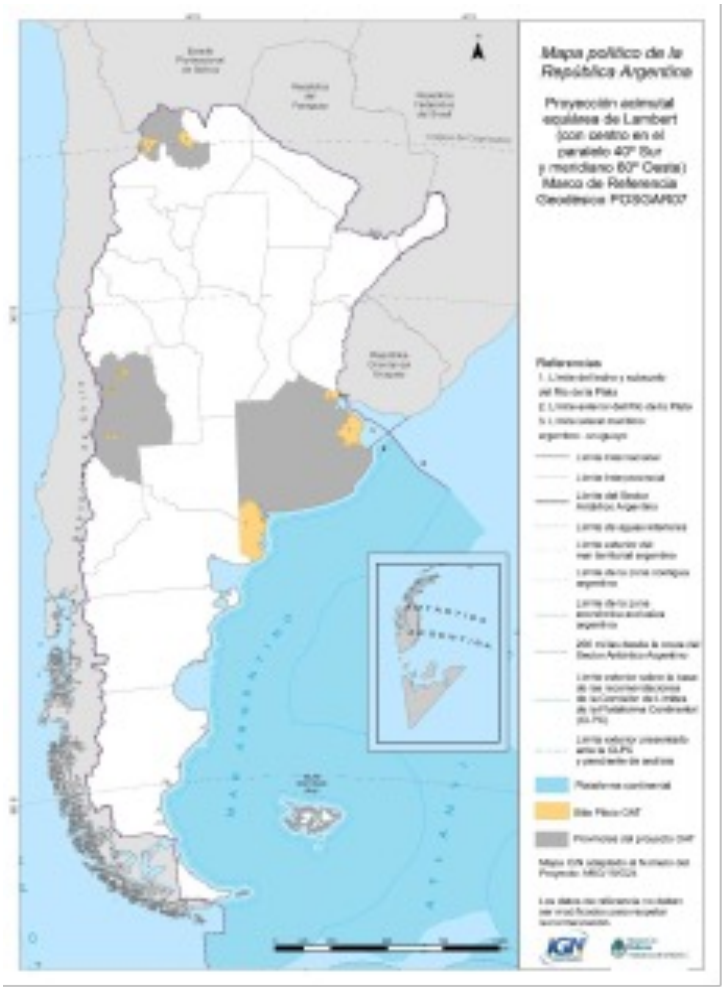


Figura 1. Ubicación Geográfica de Sitios Piloto (SP) del proyecto: Provincia de Buenos Aires: 1 SP Delta. 2 SP Talares. 3 SP Sudoeste de Buenos Aires – SOBA. Provincia de Mendoza: 4 SP Valle de Uco. 5 SP Piedemonte del Área Metropolitana de la Ciudad de Mendoza (PAMM). 6 SP. Oasis-Cinturón Verde. 7 SP Malargûe. Provincia de Jujuy: 8 SP Susques- Jama. 9 SP Hornocal-Valle Grande

Fuente: elaboración propia con datos de IDE Ambiental (2024).

En presentaciones anteriores hemos mencionado que el área de intervención del proyecto abarca unas 4.288.000 ha (Figura 1), representativas de nueve ecorregiones y paisajes: Espinal, Pampa, Monte (de Llanuras y Mesetas; y de Sierras y Bolsones), Puna, Altos Andes, Selvas de las Yungas, Estepa Patagónica, Delta e Islas del Paraná, y los Ecosistemas costeros (Caloni et al., 2024; Dávalo et al., 2024).

El Proyecto se implementa en nueve sitios pilotos de tres Provincias:

- Buenos Aires: Delta (202.074 ha), Talares (1.000.163 ha), Sudoeste de Buenos Aires (SOBA) (2.357.878 ha).

- Mendoza: Valle de Uco (27864 ha), Malargüe (54.999 ha), Piedemonte del Área Metropolitana de Mendoza (25703 ha), Oasis – Cinturón verde (63.318 ha).

• Jujuy: Susques-Jama (268.649 ha), Hornocal-Valle Grande (287.358 ha).

Uno de los objetivos del proyecto es el desarrollo de un Sistema de Información Ambiental Territorial (SIAT) (https://oat.ambiente.gob.ar/ Producto 1 del proyecto) que integre la información generada, que sirva de insumo para la toma de decisiones en la gestión territorial; y para el seguimiento y evaluación del cumplimiento de los indicadores y resultados del proyecto. En este marco se lleva a cabo la implementación del Geoportal de OAT.

En la actualidad y producto de la articulación con los socios miembros del Proyecto se ha consolidado la producción de información geográfica a nivel regional y local, especialmente en las áreas que cuentan con sitios pilotos.

Tabla 1. Puntos de referencia para relevamiento de Sitios Piloto con VANT en la Provincia de Jujuy

	Name
1	Captacion - Rio Sombra de Toro
2	Desarenador - Camara de Carga
3	Cisterna Comunitaria
4	Camara Rompe Presion Tanque 1100 lts
5	Planta Potabilizadora
6	Camara rompe Presion
7	Tanque distribuicion
8	Puente 1 - Rio Loma Larga
9	Puente 2 - 72 mts
10	Puente 3 - 66 mts
11	Puente 4 - 80 mts
12	Puente 5 - 50 mts
13	Puente 6 - 40 mts
14	Captacion Alternativa

Fuente: INTA EEA-Yuto.

En el caso del INTA, a través de la Estación Experimental Agropecuaria Yuto (EEA Yuto) de Jujuy, se llevó a cabo una campaña de relevamiento fotogramétrico con Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT), lo cual les permitió construir como productos los mosaicos ortorectificados en alta resolución (por debajo de 1 m de tamaño de píxel) y Modelos Digitales de Terreno (MdT) para sitios de intervención dentro de los dos Sitios Piloto de la Provincia. A su vez, se han realizado diversos relevamientos en campo, generando información sumamente valiosa para la toma de decisiones, especialmente

vinculadas con futuras obras en el tendido de agua en las localidades. Para ello se han digitalizado puntos de referencia en el territorio que permiten localizar e identificar cámaras de agua, cisternas, plantas potabilizadoras, etc. De la misma forma se han identificado tuberías y caños en formato geométrico de líneas. Por último, y en formato de polígonos se han definido en Valle Colorado, tres zonas: la zona centro, la zona del colegio secundario y la zona de Ampliación del área urbana.

En el Tabla 1 se puede observar una lista de estos puntos de referencia a localizar en el territorio.

En el marco del acuerdo de trabajo con la Universidad Nacional de Luján (UNLU), el Laboratorio de Cartografía Digital y Sistemas de Información Geográfica a cargo del Dr. Gustavo Buzai y un amplio equipo de profesionales de la mencionada universidad, se llevó a cabo la caracterización de la biodiversidad, amenazas e impactos y propuestas para su gestión en el marco del Ordenamiento Ambiental del Territorio (OAT) en la cuenca del Río Luján Provincia de Buenos Aires. Entre los principales aspectos caracterizados se elaboró e incorporó al geoportal información sobre biodiversidad; estado de las principales especies de flora y fauna; características hidrológicas de la cuenca; inventario de humedales; cartografía de suelo; entre otras.

MÉTODOS Y FUENTES

Como mencionamos anteriormente, en el caso del INTA, a través de la Estación Experimental Agropecuaria Yuto (EEA Yuto) en Jujuy, se realizó una campaña de relevamiento fotogramétrico con VANT. Esta actividad permitió generar productos como mosaicos ortorectificados de alta resolución y MdT para los sitios de intervención dentro de los dos Sitios Piloto estudiados.

A continuación, a modo de ejemplo se visualiza en la Figura 2 el mosaico ortorectificado de alta resolución para la localidad de Valle Colorado en la Provincia de Jujuy.

Posterior a la recepción de la información sobre los relevamientos en el territorio, se procedió a la sistematización de los mismos y la conversión de los archivos en formato de sistemas de información geográfica, lo cual nos permitió definir el Sistema de Referencias de Coordenadas y las propiedades de la tabla de datos.



Figura 2. Ortomosaico generado mediante vuelo de VANT para el sitio de intervención dentro del SP Valle Colorado

Fuente: elaboración propia con datos de EEA Yuto (2025).

En relación a las actividades realizadas como parte de la articulación con la UNLu se elaboró un plan de trabajo de manera conjunta, procurando contribuir al resultado 3 del proyecto PNUD AR/19/G24: este busca generar e implementar marcos de trabajo y experiencias para incorporar las lecciones aprendidas, técnicas de monitoreo y evaluación de sistemas territoriales a diferentes provincias; y contribuir a un marco federal de aplicación del OAT incorporando el componente biodiversidad.

La Universidad puso a disposición valiosa información generada por sus equipos de trabajo de forma interdisciplinaria. El procedimiento consistió en la sistematización, mapeo, carga de capas en el Geoportal, disponibilizándolas para los usuarios del mis-

mo. Estas capas fueron empleadas de referencia para reflejar tanto los procedimientos como la potencialidad de uso de la información territorial para la gestión pública.

RESULTADOS

Actualmente se mantiene actualizado el Geoportal a través del gestor de contenidos geoespaciales creado con software libre y de código abierto (Geonode[2]) para dar respuesta al requerimiento de implementación de un SIAT que aloje la información generada en el marco del proyecto y aquella aportada por los socios.

En dicha plataforma[3] se suben las capas temáticas generadas para que se encuentren disponibles para su visualización y descarga.

Los resultados obtenidos son las capas temáticas generadas en esta instancia del proyecto por los socios miembros, tanto INTA como UNLU.

A continuación, como productos generados por INTA E.E.A de Yuto se visualiza en la Figura 3 la capa de Puntos de referencia para Valle Colorado, información que se encuentra alojada en geoportal[4].

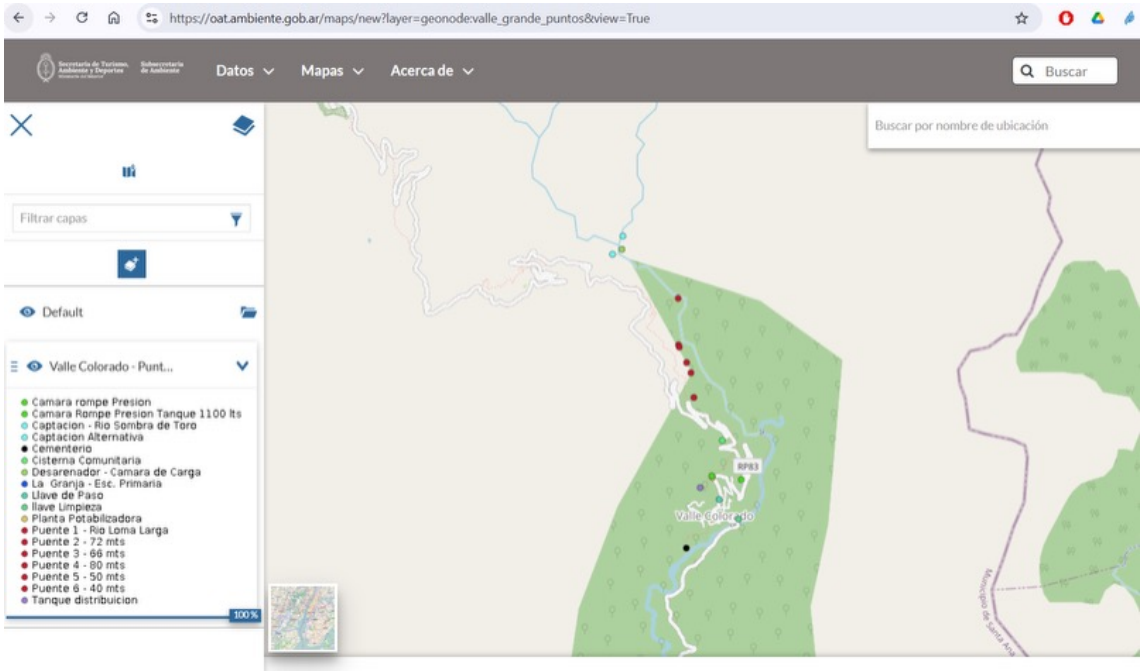


Figura 3. Visualización en el geoportal, de la capa de puntos de referencia SP Valle Colorado

Fuente: elaboración propia con datos de EEA Yuto (2025).

2 https://geonode.org/
3 www.oat.ambiente.gob.ar
4 https://oat.ambiente.gob.ar/layers/my_geonode_data:geonode:valle_grande_puntos

En la Figura 4 se visualiza la capa de vías y tuberías existentes en Valle Colorado; capa alojada en el siguiente enlace del geoportal:

https://oat.ambiente.gob.ar/layers/my_geonode_data:geonode:valle_grande_lineas1.

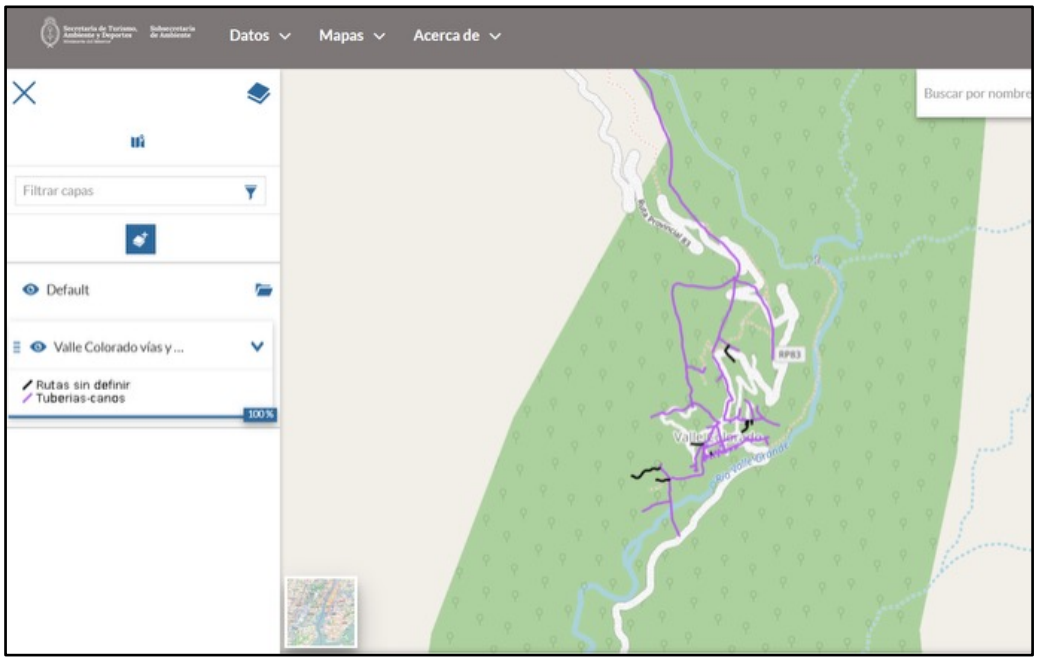


Figura 4. Visualización en el geoportal de la capa Vías y tuberías en SP. Valle Colorado Fuente: elaboración propia con datos de EEA Yuto (2025).

En la Figura 5 se visualizan tres áreas identificadas como el área de ampliación urbana, el área de centro y la zona de arriba o del colegio secundario. Estas delimitaciones del territorio son sumamente útiles para el OAT. La capa de información se encuentra en este enlace:

https://oat.ambiente.gob.ar/layers/my_geonode_data:geonode:valle_colorado_pol0

Otro de los productos es una imagen ráster georreferenciada (Figura 6) que ha sido recortada para el sitio de intervención en el SP de Valle Colorado. Esta capa se encuentra disponible en el siguiente enlace:

https://oat.ambiente.gob.ar/layers/ValleColorado_1_transparent_mosaic_group1:geonode:ValleColorado_1_transparent_mosaic_group1.

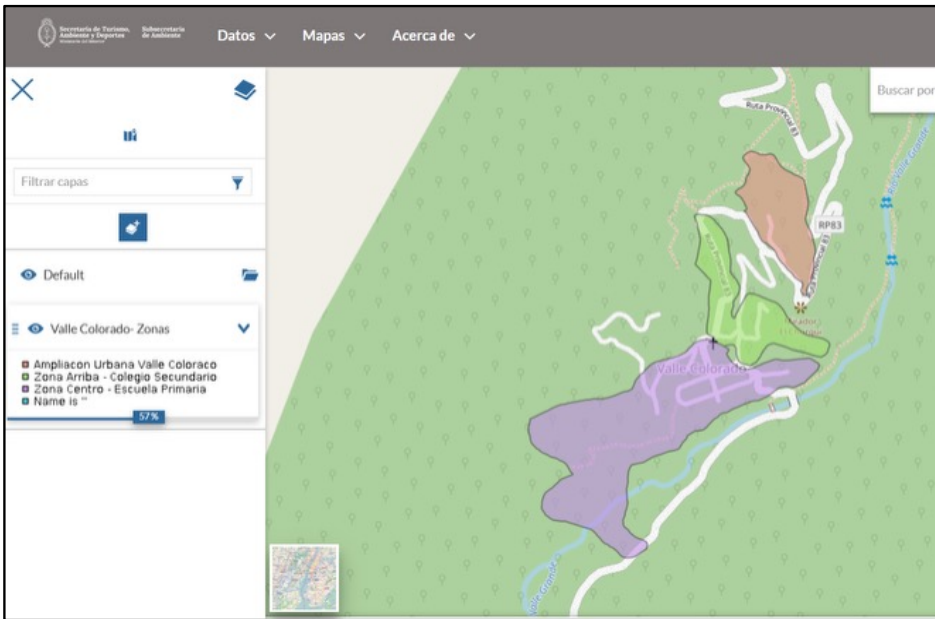


Figura 5.Visualización en el geoportal de las zonas de ampliación urbana en SP. Valle Colorado

Fuente: elaboración propia con datos de EEA Yuto (2025).

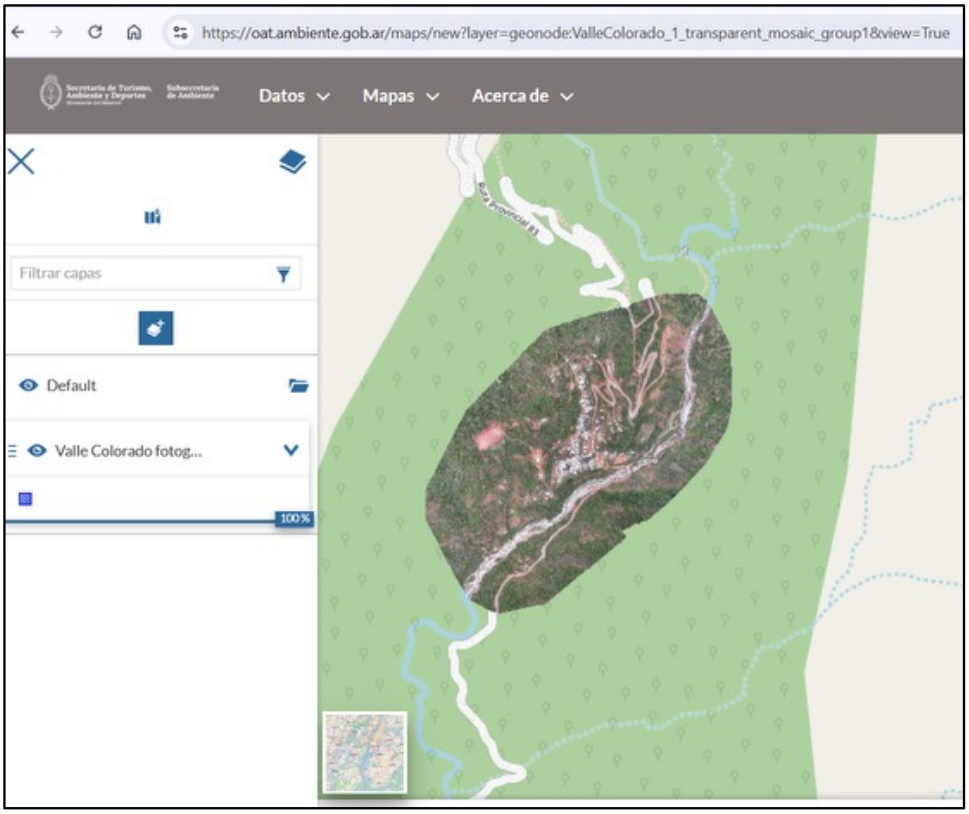


Figura 6. Visualización en el geoportal de la fotografía aérea obtenida mediante el vuelo VANT en SP. Valle Colorado

Fuente: elaboración propia con datos de EEA Yuto (2025).

Como producto integrador, podemos visualizar la superposición de las capas vectoriales representadas anteriormente y la fotografía aérea como imagen de fondo (Figura 7).

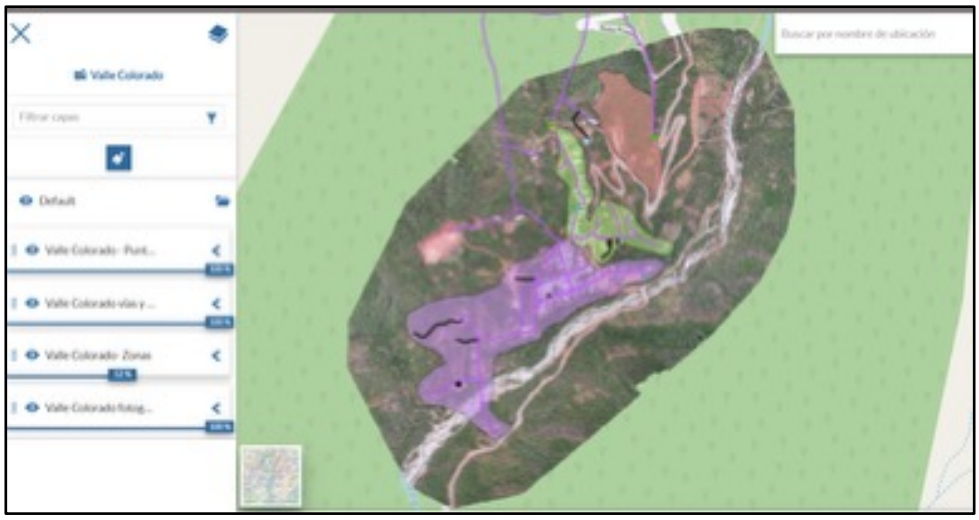


Figura 7. Visualización en el geoportal de las capas temáticas importadas en SP. Valle Colorado

Fuente: elaboración propia con datos de EEA Yuto (2025).

En el caso del trabajo realizado por la UNLU, las capas vinculadas al análisis y diagnóstico de la cuenca del río Luján son una capa con urbanizaciones cerradas se observa en la (Figura 8), disponible en este enlace del geoportal:

https://oat.ambiente.gob.ar/layers/my_geonode_data:geonode:Tipolog_as_urbanizaciones_cerradas.

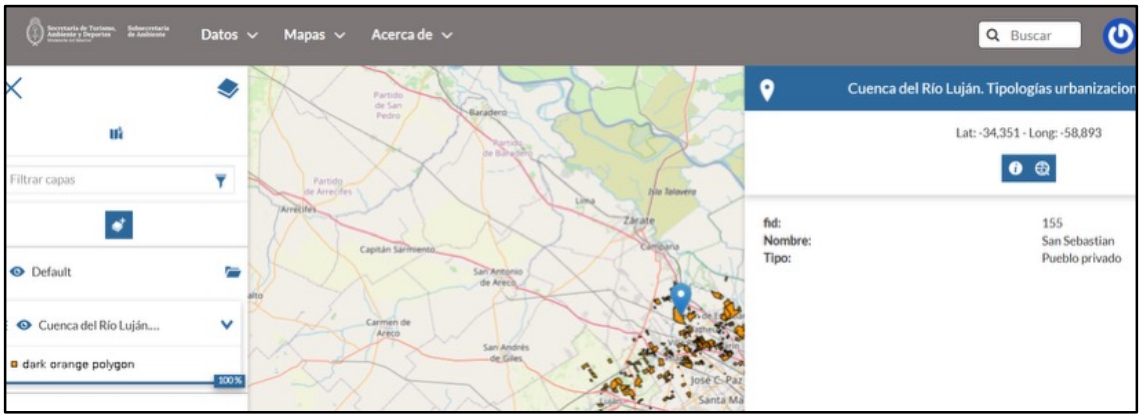


Figura 8. Visualización de capa de urbanizaciones cerradas en la Cuenca del Río Luján

Fuente: elaboración propia con datos de UNLU (2025).

En lo referido a las coberturas y usos del suelo, el trabajo de diagnóstico concluyó con la generación de la siguiente capa temática (Figura 9) disponible en el siguiente enlace:

https://oat.ambiente.gob.ar/layers/my_geonode_data:geonode:Usos_del_suelo.

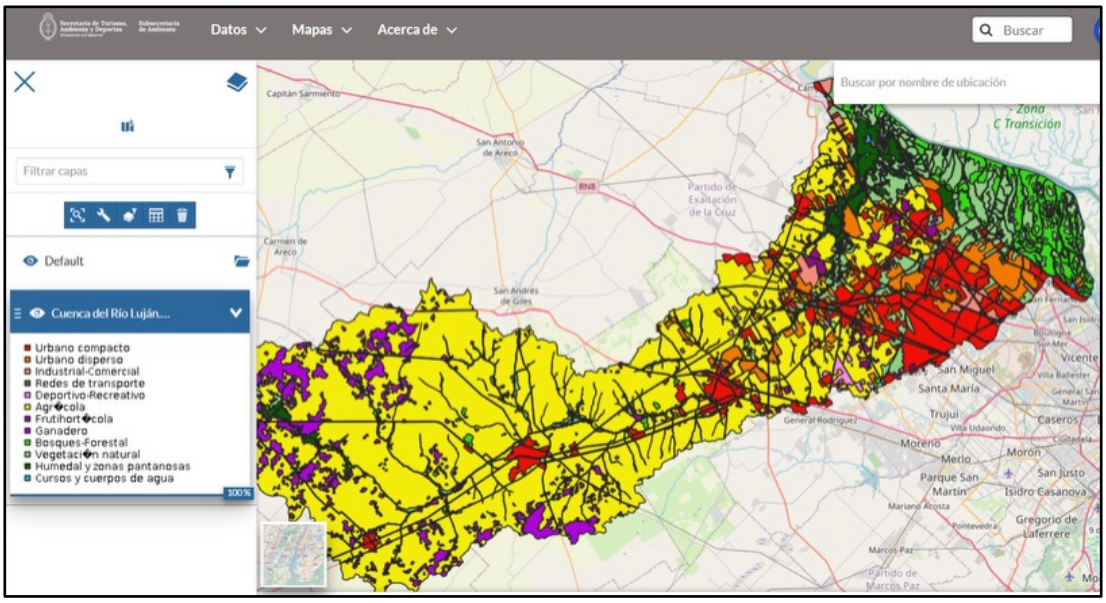


Figura 9. Visualización de capa de cobertura y uso del suelo en la Cuenca del Río Luján

Fuente: elaboración propia con datos de UNLU (2025).

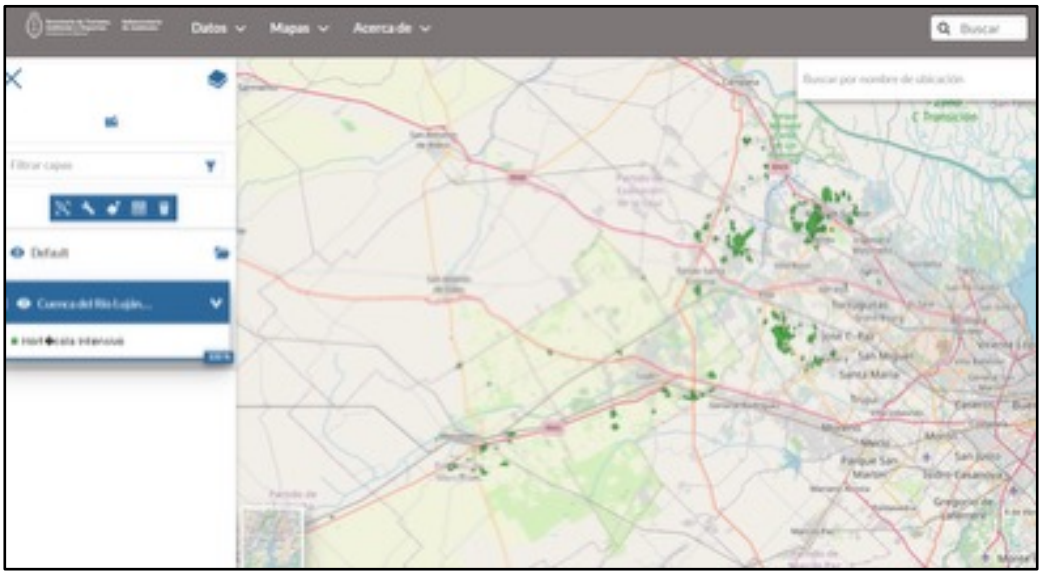


Figura 10. Visualización de capa de actividad hortícola intensiva en la Cuenca del Río Luján

Fuente: elaboración propia con datos de UNLU (2025).

La identificación de ciertos usos del suelo aún más relacionados con la temática del OAT se hace evidente en la detección de actividades hortícolas de uso intensivo, tal como se aprecia en la Figura 10, integrada en el geoportal en el siguiente enlace:

https://oat.ambiente.gob.ar/layers/my_geonode_data:geonode:Horticola_

Finalmente, la integración de capas temáticas posibilitó la delimitación de los sectores de la Cuenca del Río Luján (Figura 11), capa disponible en este enlace:

https://oat.ambiente.gob.ar/layers/geonode:sectores_cuenca

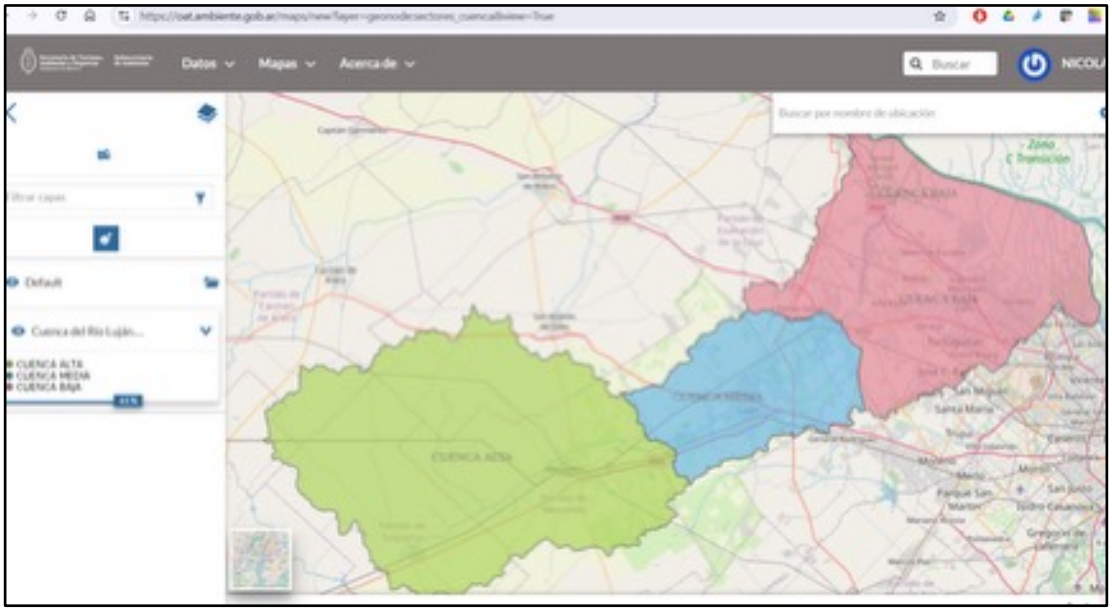


Figura 11. Visualización de capa de sectores de la Cuenca del Río Luján
Fuente: elaboración propia con datos de UNLU (2025).

Concluyendo con el proceso de carga y visualización de información geográfica, podemos proceder a la confección de un mapa temático, en donde se superponen varias capas anteriormente mencionadas (Figura 12). El enlace de acceso directo al mapa es el siguiente:

https://oat.ambiente.gob.ar/maps/451/view

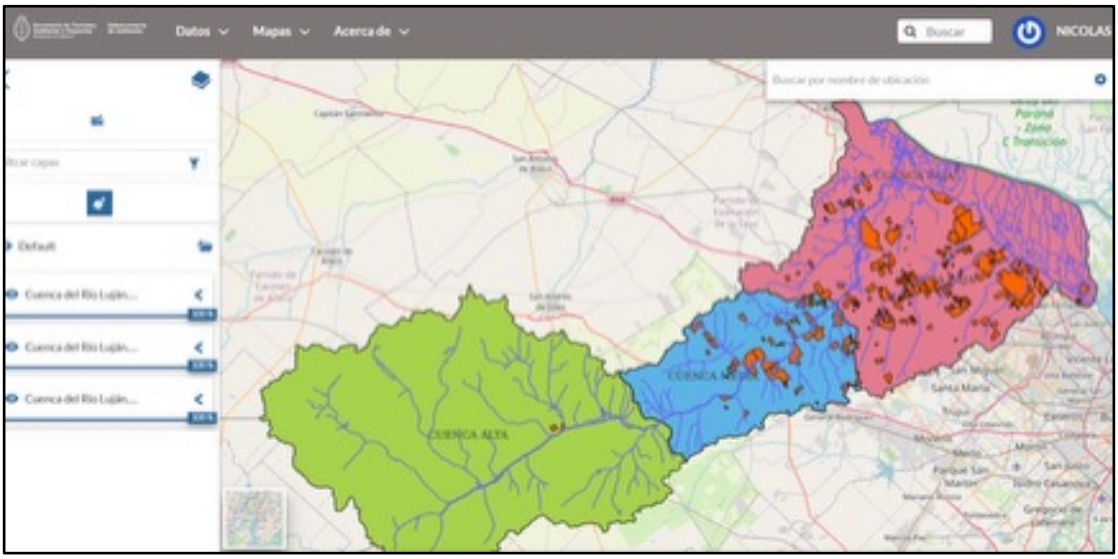


Figura 12. Visualización de capas temáticas integradas en el geportal para la Cuenca del Río Luján

Fuente: elaboración propia con datos de UNLU (2025).

CONCLUSIONES

La experiencia de articulación con estas instituciones fue sumamente enriquecedora desde diferentes puntos de vista. Por una parte, los procedimientos para la obtención y procesamiento de la información, y su utilidad en la gestión territorial. Se emplearon datos provenientes de relevamientos de campo y mediante sensores remotos, se identificaron indicadores y se discutió su estado en el sistema territorial; se identificaron zonas vulnerables y prioritarias; y se identificaron impactos y amenazas para la biodiversidad. Se produjo cartografía temática y georreferenciada a partir de sistemas de información geográfica; se elaboraron recomendaciones, lineamientos y propuestas de zonificación.

Se generó específicamente información georreferenciada de alta resolución, que permitió analizar variables ecológicas, sociales y de uso del suelo, y mapear problemáticas ambientales y orientar intervenciones territoriales.

La identificación de áreas prioritarias para la conservación y el manejo sostenible de tierras permitió poner en evidencia la importancia del enfoque de trabajo propuesto en el proyecto, integrando conocimiento técnico-científico con herramientas operativas.

Se avanzó en la consolidación del geoportal como instrumento operativo de OAT, y en la construcción de un marco de referencia para la gestión pública a escala regional, al demostrar el valor estratégico de la información territorial en la planificación.

Esto contribuye al fortalecimiento de las capacidades institucionales, al proveer herramientas y experiencias que promueven la toma de decisiones informadas en políticas ambientales y de ordenamiento territorial incorporando la conservación de la biodiversidad.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Luján especialmente al Dr. Eloy Montés Galván, al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; especialmente al Ing. Flavio Speranza y a la Subsecretaría de Ambiente de la Nación.

REFERENCIAS

CALONI, N. L., DÓVALO, L., & ZAMBONI, P. (2023). El geoportal como herramienta de trabajo interinstitucional: la experiencia del proyecto GEF OAT (MAYDS). En L. Reynoso, L. R. Balparda, E. del V. Ortiz, M. A. Fernandez, A. R. Vargas, M. Soria, M. A. Barrera, & L. Ramirez (Eds.). *Ponencias de las XVII Jornadas IDERA 2023* (pp. 400-405). Instituto Geográfico Nacional. https://www.idera.gob.ar/images/stories/eventos/2023/XVII_Jornadas_LaPampa/Libro_Jornadas_IDERA_2023.pdf

DÓVALO, L., ULLOA, K., & ZAMBONI, P. (2024). Sistemas de Información Geográfica para el ordenamiento ambiental del territorio. Aportes desde el proyecto "Incorporación de la conservación de la biodiversidad y el manejo sostenible de las tierras en la planificación del desarrollo: operacionalizar el Ordenamiento Ambiental del Territorio en la Argentina". En L. Reynoso, L. R. Balparda, E. del V. Ortiz, M. A. Fernandez, A. R. Vargas, M. Soria, M. A. Barrera, & L. Ramirez (Eds.). *Ponencias de las XVII Jornadas IDERA 2023* (pp. 474). Instituto Geográfico Nacional. https://www.idera.gob.ar/images/stories/eventos/2022/XVI_Jornadas/Libro_Jornadas_IDERA_2022.pdf

SUBSECRETARÍA DE AMBIENTE. REPÚBLICA ARGENTINA. (8 de mayo de 2025). *Ambiente*. Argentina.gob.ar. https://www.argentina.gob.ar/ambiente

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. REPÚBLICA ARGENTINA. (11 de enero de 2022). *Ordenamiento Ambiental del Territorio – Proyecto OAT*. Argentina.gob.ar. https://www.argentina.gob.ar/ambiente/ordenamiento-territorial/proyecto-oat

BLOQUE 8

Infraestructuras de Datos Espaciales, Sistemas de Información Geográfica, visualizaciones y aplicaciones

Información geográfica abierta
El recorrido del geoportal Mapas Córdoba para alcanzar 10 millones de visitas

Open Geographic Information
The Journey of the *Mapas Córdoba* Geoportal to Reaching 10 Million Visits

Informação Geográfica Aberta
A trajetória do geoportal *Mapas Córdoba* até alcançar 10 milhões de visitas

Lucio Scardino[1,2], Gabriela Sola[1], Hernán Morales[1]*

1 Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR), Ministerio de Economía y Gestión Pública de la Provincia de Córdoba; 2 Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE, CONICET-AVE).
**: gcs.sola@gmail.com*

Resumen: El trabajo presenta la experiencia de implementación del geoportal Mapas Córdoba por parte de la Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba, desde su creación y puesta en línea en 2018 hasta la actualidad, en la que cuenta con más de 200 mapas publicados y más de 10 millones de visitas recibidas. El recorrido presenta una breve historia de los orígenes del portal, sus objetivos, primeros datos y una evolución año a año de la cantidad de mapas online. Para poder abarcar y presentar la experiencia desde una perspectiva amplia, se describen las secciones del portal y las temáticas que abordan los mapas disponibles, y las vinculaciones institucionales con instituciones productoras de información geográfica. Dichas articulaciones incluyen el acompañamiento técnico y comunicacional y la infraestructura por parte de la Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba para facilitar la publicación de sus datos, así como el monitoreo en el uso de los mismos y su actualización periódica. El resultado de estas sinergias ha sido el motor del crecimiento constante y sostenido en la publicación de nuevos datos, así como en las respuestas por parte de la comunidad geográfica en el uso y aprovechamiento de los

mismos. Esto se pone de manifiesto y se presenta a través de la evolución de la cantidad de visitas que ha recibido Mapas Córdoba durante sus siete años y en las consultas y descargas de sus datos y geoservicios.

Palabras Claves: *información geográfica, geoportal, vinculación tecnológica, IDE.*

Abstract: This paper presents the implementation experience of the Mapas Córdoba Geoportal, developed by the Spatial Data Infrastructure of Córdoba (IDECOR), from its creation and launch in 2018 to the present day, during which it has surpassed 200 published maps and 10 million visits. The paper outlines the portal's origins, objectives, initial datasets, and its year-by-year growth in online maps. To provide a comprehensive overview, it describes the main sections of the portal, the thematic areas covered by the available maps, and the institutional collaborations established with geographic data-producing organizations. These collaborations include technical and communication support, as well as infrastructure provided by IDECOR to facilitate data publication, along with ongoing monitoring of data use and periodic updates. The outcome of these synergies has driven the consistent and sustained growth of new data publications and has fostered active engagement from the geographic community in using and leveraging the available information. This process is illustrated through the steady increase in visits to Mapas Córdoba over its seven years of operation and through the patterns of data and geoservice consultations and downloads.

Keywords: *geographic information, geoportal, technological collaboration, SDI.*

Resumo: Este trabalho apresenta a experiência de implementação do geoportal Mapas Córdoba, desenvolvido pela Infraestrutura de Dados Espaciais de Córdoba (IDECOR), desde sua criação e lançamento em 2018 até os dias atuais, período no qual ultrapassou 200 mapas publicados e 10 milhões de visitas. O texto descreve a origem do portal, seus objetivos, os primeiros conjuntos de dados e a evolução anual na quantidade de mapas online. Para oferecer uma visão abrangente, são apresentadas as seções do portal, as temáticas abordadas pelos mapas disponíveis e as articulações institucionais com entidades produtoras de informação geográfica. Essas articulações incluem o suporte técnico e comunicacional, bem como a infraestrutura fornecida pela IDECOR para facilitar a publicação dos dados, além do monitoramento do uso e da atualização periódica das informações. O resultado dessas sinergias tem sido o motor do crescimento constante e sustentado na publicação de novos dados e no engajamento da comunidade geográfica no uso e aproveitamento dos mesmos. Isso se evidencia na evolução do número de visitas recebidas pelo Mapas Córdo-

ba ao longo de seus sete anos e nas consultas e downloads de seus dados e geosserviços.

Palavras-chave: *informação geográfica, geoportal, cooperação tecnológica, IDE.*

INTRODUCCIÓN

La Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba (IDECOR) tiene como misión facilitar el acceso y disponibilidad de información geográfica provincial para contribuir a la mejora en la gestión de las políticas públicas y a la promoción del desarrollo económico y social.

Para cumplir con dicha misión, en 2018 la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) llevó adelante un arduo trabajo de desarrollo de su geoportal, para el cual realizó un estudio sobre los intereses y conocimientos de sus públicos en relación a la información geográfica (IG) y las infraestructuras de datos espaciales, el análisis de portales y plataformas SIG (Sistemas de Información Geográfica), y amplios debates y análisis bibliográficos acerca del uso y aprovechamiento de la IG, y la usabilidad de este tipo de plataformas.

En abril de ese año fue presentado Mapas Córdoba, el portal de información geográfica de la IDE cordobesa, desarrollado siguiendo como premisas la facilidad de uso y aprovechamiento de sus datos para una comunidad -no necesariamente especializada- que requiere de información geográfica de la provincia.

A siete años de su puesta en línea, Mapas Córdoba se ha posicionado como el geoportal oficial de la provincia. Actualmente cuenta con más de 200 mapas que abordan una amplia variedad de temáticas, más de 800 geoservicios y datasets de acceso libre, que publican más de 70 organizaciones entre gobiernos locales, organismos públicos nacionales y provinciales, instituciones académicas y científicas, empresas y organizaciones de la sociedad civil.

El resultado de estas sinergias colaborativas no sólo se ha traducido en un portal en continuo crecimiento en la oferta de recursos, datos y servicios, sino también en una amplia cantidad de respuestas por parte de la comunidad en relación a su consumo y consulta, que se traducen en más de 10 millones de visitas a sus mapas sumadas al uso de sus datos vía API, descargas y geoservicios.

UN GEOPORTAL ACCESIBLE Y FÁCIL DE USAR

El geoportal de la IDE provincial fue pensado como una herramienta accesible tanto para profesionales del sector como para usuarios no especializados y ocasionales.

Por ello, las premisas de diseño y desarrollo de Mapas Córdoba se orientaron a implementar una plataforma práctica y fácil de usar, destinada a una amplia variedad de públicos no necesariamente especializados en SIG, con distintos perfiles, intereses y

necesidades, que requieren información geográfica de la provincia (Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba, 2023b).

En tal sentido, una de las primeras definiciones fue su denominación. En lugar de optar por un nombre asociado a un concepto técnico dirigido a especialistas en IG, se procuró una denominación cercana al lenguaje del público que tiene interés en este tipo de datos sobre temáticas diversas (Piumetto et.al., 2018).

Así, el nombre Mapas Córdoba procura sintetizar el concepto de un portal a través del cual es posible acceder y consultar información territorial georreferenciada de la provincia sobre una amplia variedad de temáticas, producida por organismos e instituciones públicas y privadas.

Por otro lado, para generar una plataforma accesible y generar una experiencia de uso simple, con herramientas de navegación intuitivas y accesibles, se decidió presentar su contenido a través de mapas que hacen foco en temas particulares, afines a requerimientos específicos (por ejemplo, mapas de áreas quemadas, información catastral, establecimientos educativos, normativas de uso del suelo en una ciudad, cobertura de suelos, entre otros).

De este modo, además de una experiencia sencilla e intuitiva, esta definición procura incrementar la usabilidad y el aprovechamiento de la información territorial provincial publicada en el geoportal.

DE TRES MAPAS A UNA PLATAFORMA CON MÁS DE 200

En abril de 2018 IDECOR puso en línea el geoportal Mapas Córdoba en la infraestructura de gobierno. Un mes después, se publicaron sus primeros servicios en línea: el Mapa Base, el Mapa del Relieve y el Catastro Online, el último producido en conjunto con un organismo, la Dirección General de Catastro (DGC) (Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba, 2018).

Gracias a esta plataforma de mapas y datos geográficos, la DGC logró dar cumplimiento al Principio de apertura establecido por la Ley Provincial 10.454 de Catastro Territorial, y fue el primer catastro del país en brindar la información parcelaria de manera abierta y gratuita.

En el transcurso de ese primer año de implementación y durante el año siguiente, el geoportal desarrollado por IDECOR publicó quince mapas en total (Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba, 2023a).

En esos primeros años del portal, se siguió el *Modelo de maduración para la estandarización de una IDE*, impulsado por el Comité de Expertos de Naciones Unidas sobre Gestión Global de Información Geoespacial (UN-GGIM), para promover y lograr niveles crecientes de capacidad y colaboración interinstitucional (United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management, 2015).

Este modelo impulsa un crecimiento paulatino en las capacidades de una IDE que comienza por publicar mapas a través de la web, sigue en la generación de alianzas para compartir, integrar y usar datos geoespaciales de diferentes proveedores, y finalmente comprende esfuerzos a mayor escala para desarrollar una IDE que facilite el acceso a información y recursos sobre múltiples temas.

Fue así que el desarrollo incremental fue la tendencia que marcó esos dos primeros años, no sólo por los recursos limitados de la IDE, sino también por el grado de conocimiento de esta nueva herramienta para el ecosistema de instituciones y organizaciones productoras de información geográfica.

En los años siguientes, entre 2020 y 2022 la consolidación de IDECOR como una infraestructura sólida para la gestión y publicación de datos espaciales y una floreciente vinculación interinstitucional, contribuyeron a que Mapas Córdoba se posicione como el principal portal abierto de información geográfica de la Provincia.

El resultado de los esfuerzos y del trabajo colaborativo con organismos públicos provinciales, gobiernos locales, instituciones académicas y empresas privadas para impulsar la apertura de información geográfica, se plasmó en la publicación de más de 130 mapas en los últimos dos años y parte de 2025, lo que ha permitido contar con más de 200 mapas publicados a la fecha (Figura 1).



Figura 1. Cantidad de mapas publicados por año en el geoportal provincial
Fuente: elaboración propia (2025).

UN ECOSISTEMA DE DATOS TERRITORIALES

En la actualidad, Mapas Córdoba, junto a las aplicaciones de recolección de datos IDECOR Collect, webservices, API, el Observatorio del Mercado Inmobiliario (OMI), servicios de infraestructura y hosting, entre otras, son parte del conjunto de herramientas que ha implementado y desarrollado la IDE cordobesa para facilitar la generación, gestión y publicación de información geoespacial.

El geoportal oficial de la provincia cuenta con mapas temáticos, geoservicios en línea, datos para descargar e información complementaria como diccionario de datos y metadatos producidos junto a organismos e instituciones.

Los mapas publicados contienen datos desarrollados por áreas específicas que compartieron su información para la consulta pública y también se incluyen productos inéditos elaborados por IDECOR para distintos fines y organismos.

El acceso a los datos de la plataforma se organiza en tres secciones: mapas, geoservicios y descargas.



Figura 2. Sección Mapas del geoportal de IDECOR
Fuente: elaboración propia (2025).

La sección Mapas cuenta con 200 cartografías abiertas con información detallada sobre datos geográficos esenciales de la provincia, agrupadas en 30 categorías temáticas que abarcan: Catastro, Información agropecuaria, Ciudades, Mapa base, Índice de Riesgo de Incendios, Imágenes y vuelos fotogramétricos, Mosaico de imágenes SAOCOM, Urbanizaciones y loteo, Mapa vial, Catastro minero, Mapa geológico, Recursos hídricos, Observatorio del Mercado Inmobiliario, Arrendamientos y alquileres, Valor de la tierra

urbana, Valor de la tierra rural, Cobertura de suelo, Áreas protegidas y regiones naturales, Establecimientos educativos, Centros Públicos de salud, Registro civil, Riesgo local para incendios forestales, Áreas afectadas por incendios, Cuarteles de bomberos voluntarios, Transporte interurbano, Usos del suelo AMC, Información urbana, Precipitaciones máximas diarias, Cartas IGN, y Modelo digital de elevaciones (Figura 2).

La pestaña Geoservicios presenta todos los datos de los mapas clasificados según el Catálogo de Objetos Geográficos de IDERA. Allí se puede acceder a 843 geoservicios en línea (WMS, WCS, WFS) desde QGIS u otras herramientas de escritorio (ArcMap, AutoCAD Map).

La página de Descargas presenta todos los datos disponibles para su descarga en diversos formatos como GEOTIFF (Geographic Tagged Image File Format), SHP (Shapefile), KML (Keyhole Markup Language), JSON (JavaScript Object Notation), así como simbologías, diccionario de datos y metadatos (Figura 3).

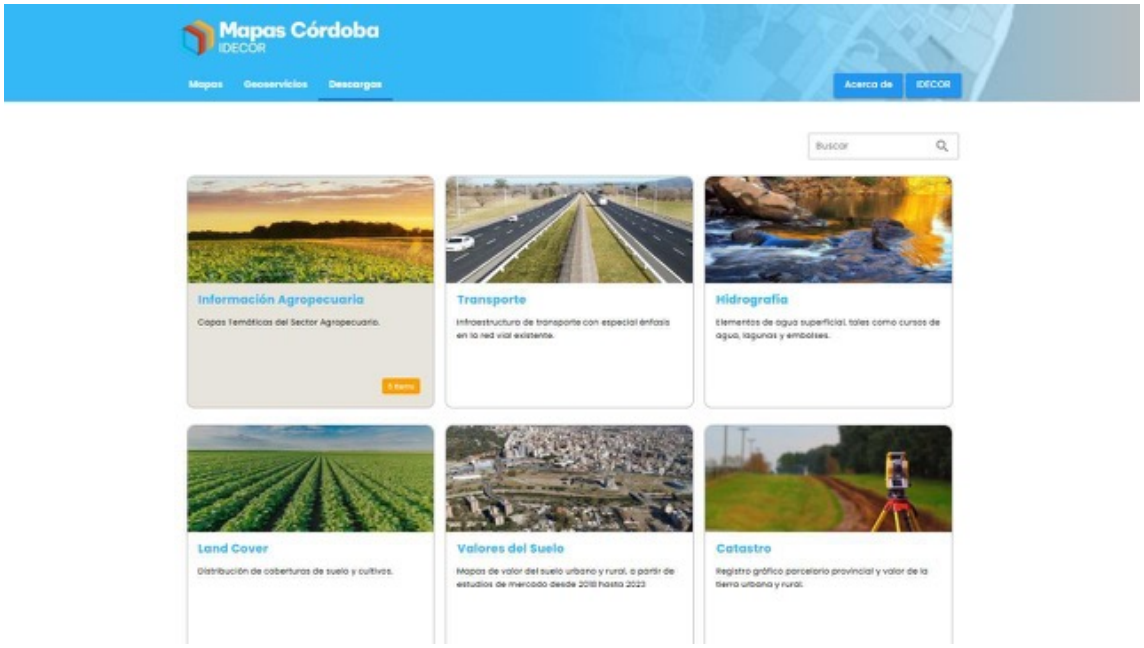


Figura 3. Sección Descargas de Mapas Córdoba
Fuente: elaboración propia (2025).

Desde su creación, Mapas Córdoba se ha basado en un stack tecnológico open source, en su sistema operativo, la base de datos y el software específico, que incluye PostGIS, GeoServer y GeoNode, así como también desarrollos particulares.

Para poder brindar mejores servicios y cumplimentar de manera satisfactoria con los requerimientos en ascenso producto del crecimiento en volumen de datos y demanda de usuarios, se han implementado cambios en la tecnología e infraestructura. En la actualidad, todo el nodo IDECOR se encuentra implementado en la nube, lo que brinda amplia flexibilidad y escalabilidad.

Por otra parte, a comienzos de 2022 se desarrolló el nuevo visor de mapas, que representó un importante salto de calidad, y permitió incorporar nuevas funciones y una estética más intuitiva y moderna.

Se incorporaron mejoras en la tecnología de base, lo que significó una mejor performance en su funcionamiento y en la navegación en dispositivos móviles, mediante el uso de herramientas y librerías (frameworks). Asimismo, se modificó la forma de realizar el geo caché para incrementar la velocidad de respuesta. Internamente se fortalecieron los mecanismos y el flujo de procesos, para lo cual se automatizaron e implementaron despliegues de desarrollo y producción.

UNA COMUNIDAD DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA CONSOLIDADA

La información geográfica ocupa un lugar cada vez más importante dentro de la gestión de las políticas públicas basadas en el territorio. Ese contexto demanda capacidades y recursos que permitan generar, administrar y aprovechar la información geográfica de una localidad o región.

Desde hace 7 años, con la puesta en línea de Mapas Córdoba, IDECOR trabaja junto a organismos públicos provinciales, municipios y comunas para fortalecer sus capacidades en la gestión de información geográfica y el aprovechamiento de la infraestructura y los recursos disponibles en la IDE, como insumo para la administración territorial.

A través de diversas acciones que involucran apoyo, capacitación y asesoramiento, IDECOR brinda soporte técnico e infraestructura tecnológica para publicar datos territoriales en Mapas Córdoba, y así facilitar su acceso y promover su uso entre entidades locales, provinciales y nacionales, profesionales, investigadores, emprendedores y la ciudadanía.

Apoyo técnico e infraestructura para la publicación de información geográfica

Una de las acciones que lleva adelante la IDE cordobesa para promover la publicación de datos geoespaciales consiste en acompañar a las instituciones en la recolección y preparación de datos -de manera de asegurar que los mismos se encuentren georreferenciados y en formatos compatibles-, la creación de metadatos, el desarrollo de los mapas y geoservicios, la integración de los datos geoespaciales y su publicación en el geoportal.

Junto a este acompañamiento técnico, la IDE provincial facilita la infraestructura tecnológica para la puesta en línea de herramientas y mapas con datos locales sobre diversas temáticas.

Una vez publicados en la infraestructura de datos espaciales provincial se establece un plan de mantenimiento y actualización para garantizar que se mantengan precisos y relevantes.

La mayor parte de los mapas publicados a través de IDE se renuevan a demanda, es decir cuando la institución u organismo productor de los datos lleva adelante un proceso de actualización de los mismos.

A su vez, IDECOR cuenta con infraestructura tecnológica que posibilita que un grupo de mapas que se publican en el geoportal se actualicen de modo automático, con una frecuencia diaria, a través de conexiones entre bases de datos.

Las actualizaciones programadas son otras de las modalidades empleadas para la actualización de sus datos en la IDE Provincial, en estos casos los organismos tienen un período previamente definido, lo que permite programar su update mediante un repositorio y/o conexión a geoservicios.

Además del apoyo técnico en la preparación, publicación y actualización de los datos espaciales, otro modo de promover el crecimiento de las instituciones que conforman el ecosistema geográfico provincial consiste en la capacitación para fortalecer sus capacidades en temáticas como introducción y uso de herramientas y software de SIG, utilización de los geoservicios y datos.

Acompañamiento en la comunicación y difusión de los productos generados

IDECOR valora y promueve la comunicación como herramienta esencial para compartir acciones, iniciativas, productos y estudios que lleva a cabo junto a instituciones y organizaciones productoras de información geográfica.

En este marco, sostiene una estrategia de comunicación externa a través de diversos medios, tales como un boletín semanal de noticias, su portal web y redes sociales, que contribuye a difundir y visibilizar los productos, mapas y recursos producidos en conjunto a diversas instituciones (Sola et al., 2024)

El acompañamiento técnico en comunicación y difusión de la IDE a instituciones que publican datos abarca la creación y publicación de contenidos informativos para el portal web y redes sociales institucionales y su difusión a través del boletín semanal Novedades que se entrega vía mailing a una base de 32.000 contactos.

Además, se brindan pautas a los equipos técnicos de las instituciones productoras para una mejor presentación y visibilidad de los mapas en sus portales web institucionales.

Monitoreo de uso de los mapas e información a las instituciones productoras

El área de gestión de la IDE realiza el monitoreo permanente de visitas a los mapas publicados en el geoportal e informa de ello mensualmente a las instituciones productoras de datos, a través de un reporte que presenta las métricas completas de cada mapa publicado por las mismas.

Los informes utilizan herramientas dinámicas (gráficos y tablas) que brindan acceso a la información desagregada por mapas, meses, cantidad de visitas y dispositivos desde los cuales se accede.

Esta información que IDECOR provee a los organismos que publican sus datos en Mapas Córdoba es relevante para que puedan conocer y dar seguimiento al nivel de uso de los mismos, y poder tomar decisiones al respecto, como puede ser implementar mejoras, publicar nuevos datos, difundir y/o articular con otros actores, entre otras.

El resultado de estas sinergias colaborativas ha permitido consolidar una comunidad geográfica dinámica y en continuo crecimiento que actualmente conforman más de 70 instituciones que ponen a disposición recursos, datos y servicios de toda la provincia para su consulta abierta.

ORGANISMOS QUE PUBLICAN EN MAPAS CÓRDOBA

Un geoportal es una puerta de acceso a información geoespacial y servicios geográficos que ponen a disposición las organizaciones que los producen.

Con un enfoque basado en datos abiertos, tecnología e innovación, IDECOR trabaja junto a instituciones, gobiernos locales y organismos públicos nacionales y provinciales para que la información territorial de la provincia de Córdoba esté al alcance de la ciudadanía.

Actualmente, más de 70 instituciones y organismos de nivel local, provincial y nacional, del ámbito privado, académico y organizaciones de la sociedad civil publican sus datos de manera abierta y bajo estándares IDE, a través de la infraestructura de mapas, descargas y geoservicios de Mapas Córdoba.

Si se analizan por los diversos sectores a los que representan se observa que a nivel gubernamental, el 47,4% de las instituciones son municipios, 19,7% organismos provinciales, 9,2% dependencias del ámbito nacional. A su vez, el 19,7% pertenecen al ámbito académico y organizaciones de la sociedad civil (agrupados bajo la etiqueta *Otros*) y el 3.9% restante son empresas del sector privado (Figura 4).

A continuación, se presenta el listado de instituciones que publican sus datos en Mapas Córdoba, según su jurisdicción y ámbito (público o privado).

El enfoque IDE posibilita, justamente, que los productores puedan hacer accesible su información de múltiples maneras y plataformas. En el caso de los usuarios cordobeses, diversos datos producidos y publicados por organismos nacionales, pueden consultarse en Mapas Córdoba integrados con datos de Córdoba. En otros casos, se llevan adelante proyectos de I+D en diversas temáticas territoriales de manera conjunta. Destacan las colaboraciones con CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales) , INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), IGN (Instituto Geográfico Nacional), CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas), INA-Cirsa (Instituto Nacional del Agua-Centro de la Región Semiárida), SEGEMAR (Servicio Geológico Minero Argentino) y la Universidad Nacional de Córdoba (UNC).

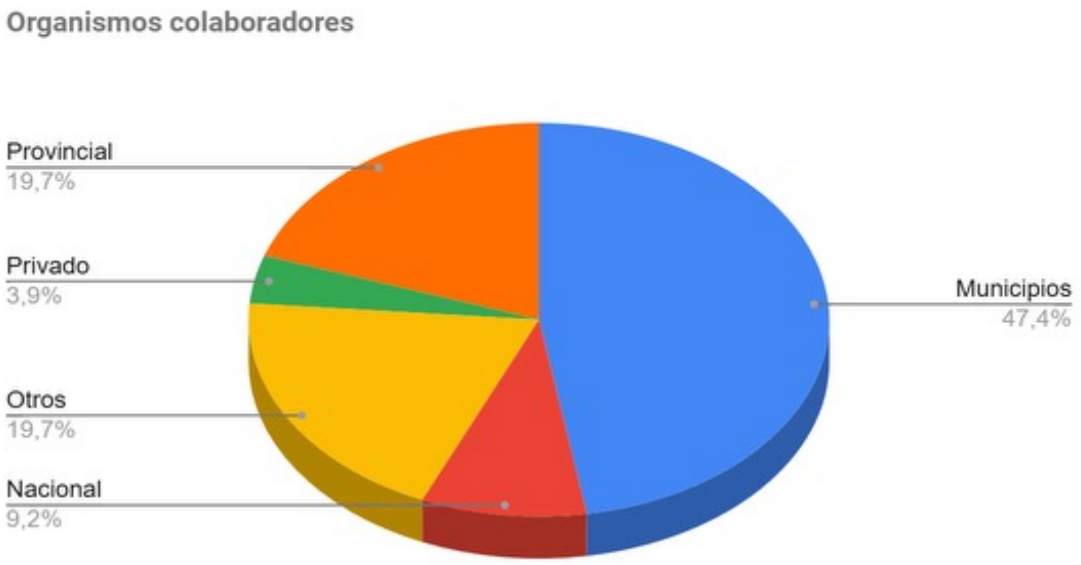


Figura 4. Proporción de organismos que publican sus datos en la IDE cordobesa. Fuente: elaboración propia (2025).

En la Tabla 1 se detallan los datos nacionales que se publican también, a través del geoportal IDE de la provincia de Córdoba.

Actualmente, quince organismos provinciales publican sus datos de manera abierta y bajo estándares IDE, a través de la infraestructura de Mapas Córdoba. Muchos, incluso, utilizan tecnologías y aplicaciones desarrolladas conjuntamente con IDECOR o elaboran informes y otros productos de información para la comunidad de usuarios.

La Tabla 2 presenta el detalle de los recursos que publican estos organismos, relacionados a temáticas como catastro, sector inmobiliario, urbanización, transporte, cobertura y uso del suelo, agricultura, educación, salud, ambiente y recursos hídricos, entre otros.

Como soporte a la publicación e integración de datos a nivel local, la IDE provincial cuenta con el programa IDECOR Ciudades, que brinda asistencia e infraestructura tecnológica a gobiernos locales de la provincia de Córdoba para facilitar la apertura y publicación de sus datos territoriales de escala local, a través de su geoportal.

A la fecha se han desarrollado recursos y mapas sobre urbanizaciones, catastro municipal, normativa urbana, infraestructura y servicios, riesgo de incendio y tarifarios locales con 36 municipios y comunas de la provincia (Tabla 3).

Tabla 1. Instituciones del plano nacional vinculadas con IDECOR

Organismo productor	Productos
CONAE	Estatus Hídrico. Ver mapa
	Humedad de Suelo. Ver mapa
	Mosaico de imágenes SAOCOM. Ver mapa
CONAE-Gulich e INTA	Cobertura y Uso del Suelo Periurbano de Córdoba. Ver mapa
CONAE e IDECOR	Imágenes y vuelos fotogramétricos. Ver mapa
INA-CIRSA y FCEFyN-UNC	Precipitaciones Máximas Diarias Para Diseño Hidrológico. Ver mapa
Instituto Geográfico Nacional	Cartas IGN. Ver mapa
INTA y Ministerio de Bioagroindustria de la Provincia de Córdoba	Cartas de Suelo. Ver mapa
	Cartas de Suelo. Escalas de reconocimiento. Ver mapa
	Cartas de Suelo Agua útil. Ver mapa
	Limitantes de Suelo. Ver mapa
	Carbono Orgánico del Suelo (v. 2023). Ver mapa
	Materia Orgánica del Suelo. Ver mapa
	Granulometría. Ver mapa
	Fósforo. Ver mapa
	PH. Ver mapa
	Ambientes geomorfológicos. Ver mapa
	Estimaciones Agrícolas 2020/21. 2021/22, 2022/23 y 2023/24.
	Coberturas agrícolas estivales 2020/21, 2021/22, 2022/23 y 2023/24
INTA y CONICET	Cobertura de suelo de Traslasierra. Ver mapa
	Cuenca del Río Chorrillos – Restricciones al cambio de uso del suelo. Ver mapa
	Cuenca del río Los Chorrillos – Cobertura de suelo. Ver mapa
	Cobertura de suelo al oeste de la provincia. Ver mapa
	Cobertura y uso de suelo periurbano. Ver mapa
	Traslasierra Restricciones al cambio de Uso de suelo. Ver mapa
SEGEMAR y Secretaría de Minería de Córdoba	Mapa Geológico. Ver mapa
Ministerio de Bioagroindustria de la Provincia de Córdoba, Secretaría de Ganadería y SENASA	Establecimientos de engorde a corral. Ver mapa
	Establecimientos faenadores e industrializadores de carne. Ver mapa
	Productores y Stock Bovino de Carne. Ver mapa
	Productores y Stock Bovino de Leche. Ver mapa
	Productores y Stock Caprino. Ver mapa
	Productores y Stock Equino. Ver mapa
	Productores y Stock Ovino. Ver mapa
	Productores y Stock Porcino. Ver mapa
INTA - IPAVE	Identificación de lotes con maní. Ver mapa

Fuente: elaboración en base a datos propios (2025).

Tabla 2. Organismos provinciales que publican en la IDE provincial

Organismo productor	Productos
Dirección General de Catastro	Catastro Online. Ver mapa
Dirección General de Catastro y FCEFyN-UNC	Valor de la Tierra Rural 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024
	Valor de Tierra Urbana 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024
Dirección Provincial de Vialidad	Mapa Vial. Ver mapa
Instituto de Planificación del Área Metropolitana (IPLAM)	Usos del Suelo AMC. Ver mapa
Ministerio de Economía y Gestión Pública y MEUL	Urbanizaciones y loteos. Ver mapa
Ministerio de Bioagroindustria e INTA	Cartas de Suelo. Ver mapa
	Cartas de Suelo. Escalas de reconocimiento. Ver mapa
	Limitantes de Suelo. Ver mapa
	Coberturas agrícolas estivales 2020/21, 2021/22, 2022/23 y 2023/24
Ministerio de Bioagroindustria	Buenas Prácticas Agropecuarias 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023.
	Recetas Fitosanitarias de Usuarios Responsables. Ver mapa
Ministerio de Educación	Mapa de Escuelas. Ver mapa
Ministerio de Salud	Centros de Salud Públicos. Ver mapa
Secretaría de Ambiente y Economía Circular	Áreas Naturales Protegidas y Regiones Naturales. Ver mapa
Secretaria de Gestión de Riesgo Climático, Catástrofes y Protección Civil	Riesgo Local para Incendios Forestales. Ver mapa
	Cuarteles de Bomberos Voluntarios. Ver mapa
	Áreas afectadas por incendios 2022, 2023.y 2024.
SEGEMAR y Secretaría de Minería	Mapa Geológico. Ver mapa
Administración Provincial de Recursos Hídricos	Hidrografía. Ver mapa
	Cuencas y Unidades de Gestión Hídrica. Ver mapa
	Obras Hidráulicas. Ver mapa
Dirección General de Transporte	Transporte Interurbano. Ver mapa
Secretaría de Minería	Catastro Minero. Ver mapa
Registro Civil	Matrimonios y Unión Convivencial. Ver mapa
	Defunciones. Ver mapa
	Nacimientos. Ver mapa

Continúa en página siguiente

Tabla 2. Organismos provinciales que publican en la IDE provincial (cont.)

Observatorio Hidrometeorológico y Dirección Gestión Integral de Manejo de Fuego	Código de Humedad del Combustible Fino (FFMC) - Diario. Ver mapa
	Índice de Propagación Inicial (ISI) - Diario. Ver mapa
	Índice Meteorológico de Peligro de Incendios (FWI) - Diario. Ver mapa
Ministerio de Bioagroindustria, Secretaría de Ganadería y SENASA	Establecimientos de engorde a corral. Ver mapa
	Establecimientos faenadores e industrializadores de carne. Ver mapa
	Productores y Stock Bovino de Carne. Ver mapa
	Productores y Stock Bovino de Leche. Ver mapa
	Productores y Stock Caprino. Ver mapa
	Productores y Stock Equino. Ver mapa
	Productores y Stock Ovino. Ver mapa
	Productores y Stock Porcino. Ver mapa

Fuente: elaboración en base a datos propios (2025).

Tabla 3. Municipios que publican en la IDE provincial

Organismo productor	**Productos**
Comuna de Aldea Santa María	Catastro Municipal. Ver mapa
	Infraestructura y Servicios. Ver mapa
Municipalidad de Anisacate	Plan de Manejo Contra el Fuego Regional. Ver mapa
Municipalidad de Arroyito	Planeamiento Urbano. Ver mapa
Municipalidad de Bell Ville	Planeamiento Urbano. Ver mapa
	Catastro Municipal. Ver mapa
	Infraestructura y Servicios. Ver mapa
Municipalidad de Córdoba	Urbanizaciones Autorizadas y Aprobadas. Ver mapa
	Fraccionamiento del Suelo. Ver mapa
	Patrimonio Arquitectónico. Ver mapa
	Ocupación del Suelo. Ver mapa
	Uso del Suelo. Ver mapa
	Bases para el Ordenamiento. Ver mapa
Municipalidad de Cosquín	Catastro Municipal. Ver mapa
	Planeamiento Urbano. Ver mapa
	Infraestructura y Servicios. Ver mapa
Municipalidad de Jesús María	Catastro Municipal. Ver mapa
	Planeamiento Urbano. Ver mapa
	Infraestructura y Servicios. Ver mapa

Continúa en página siguiente

Tabla 3. Municipios que publican en la IDE provincial (cont.)

Municipalidad de Villa Carlos Paz	Catastro Municipal. Ver mapa
	Planeamiento Urbano. Ver mapa
	Geomorfología. Ver mapa
	Peligrosidad geomorfológica. Ver mapa
	Vegetación. Ver mapa
Municipalidad de Villa Giardino	Catastro Municipal. Ver mapa
	Planeamiento Urbano. Ver mapa
	Infraestructura y Servicios. Ver mapa
Municipalidad de Villa María	Catastro Municipal. Ver mapa
	Uso del Suelo Periurbano. Ver mapa
	Planeamiento Urbano. Ver mapa
	Infraestructura y Servicios. Ver mapa
Municipalidad de Corralito	Catastro municipal. Ver mapa
	Infraestructura de servicios. Ver mapa
	Zonificación tributaria. Ver mapa
Municipalidad de La Falda	Catastro Municipal. Ver mapa
	Planeamiento Urbano. Ver mapa
Municipalidad de Colonia Caroya	Catastro Municipal. Ver mapa
	Planeamiento Urbano (Áreas). Ver mapa
	Planeamiento Urbano (Subáreas). Ver mapa
Municipalidad de Hernando	Catastro Municipal. Ver mapa
	Planeamiento Urbano. Ver mapa
	Uso del Suelo. Ver mapa
Municipalidad de Icho Cruz	Planeamiento Urbano. Ver mapa
Municipalidad de Justiniano Posse	Planeamiento urbano. Ver mapa
Municipalidad de La Calera	Planeamiento Urbano. Ver mapa
Municipalidad de La Granja	Infraestructura y servicios. Ver mapa
	Planeamiento Urbano. Ver mapa
Municipalidad de Laguna Larga	Planeamiento urbano. Ver mapa
Municipalidad de Las Higueras	Planeamiento urbano. Ver mapa
Municipalidad de Las Varillas	Planeamiento urbano. Ver mapa
Municipalidad de Los Surgentes	Infraestructura y servicios. Ver mapa

Continúa en página siguiente

Tabla 3. Municipios que publican en la IDE provincial (cont.)

Municipalidad de Mina Clavero	Catastro Municipal. Ver mapa
	Planeamiento Urbano. Ver mapa
Municipalidad de Morteros	Catastro Municipal. Ver mapa
	Infraestructura y Servicios. Ver mapa
	Planeamiento Urbano. Ver mapa
Municipalidad de Nono	Planeamiento Urbano. Ver mapa
Municipalidad de Oncativo	Infraestructura y servicios. Ver mapa
	Planeamiento Urbano. Ver mapa
Municipalidad de Río Ceballos	Catastro Municipal. Ver mapa
	Planeamiento Urbano. Ver mapa
	Uso de suelo comercial. Ver mapa
Municipalidad de Río Cuarto	Planeamiento urbano. Ver mapa
	Catastro municipal. Ver mapa
Municipalidad de Salsipuedes	Catastro Municipal. Ver mapa
	Planeamiento Urbano.Ver mapa
	Reserva Hídrica y Natural. Ver mapa
	Zonas tributarias. Ver mapa
	Fraccionamiento Urbano. Ver mapa
Municipalidad de San Francisco	Planeamiento Urbano. Ver mapa
Municipalidad de Villa Allende	Planeamiento Urbano. Ver mapa
Municipalidad de Villa General Belgrano	Catastro Municipal. Ver mapa
	Deuda por tasa de servicios. Ver mapa
	Infraestructura y Servicios. Ver mapa
	Planeamiento Urbano. Ver mapa
Municipalidad de Monte Buey	Planeamiento Urbano. Ver mapa

Fuente: elaboración en base a datos propios (2025).

Actualmente, la IDE provincial tiene convenios firmados y trabaja con dieciocho organismos representantes de instituciones académicas, colegios profesionales, organizaciones de la sociedad civil y el sector privado. En estos casos, no todos son productores de mapas, muchos de ellos acompañan e interactúan con IDECOR mediante alianzas que posibilitan el acceso a datos necesarios para la realización de productos cartográficos, acompañan con recursos humanos que se capacitan a través de las prácticas profesionales o bien brindan sus plataformas para dar a conocer la labor realizada (Tabla 4).

Tabla 4. Instituciones académicas, organizaciones de la sociedad civil y sector privado

Organismo productor	Productos
Bolsa y Cámara de Cereales de Córdoba	Cultivo de alfalfa. Ver mapa
	Cultivo de garbanzo. Ver mapa
	Cultivo de girasol. Ver mapa
	Cultivo de maíz. Ver mapa
	Cultivo de maní. Ver mapa
	Cultivo de soja. Ver mapa
	Cultivo de sorgo. Ver mapa
	Estaciones meteorológicas. Ver mapa
Grupo de Investigación, Desarrollo y Transferencia en Recursos Hídrico y saneamiento (GRHiS) de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba	Precipitaciones Diarias de Diseño. Ver mapa
Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, CONICET UNC	Vegetación de las Sierras de Córdoba. Ver mapa
FCEFyN-UNC	Mapa de alquileres urbanos 2021, 2023, 2024
	Mapa de arrendamientos rurales 2021, 2022, 2023

Fuente: elaboración en base a datos propios (2025).

10 MILLONES DE VISITAS

Mapas Córdoba permite acceder a información geoespacial y servicios geográficos y su importante volumen de consulta y uso muestra el impacto que tiene en la toma de decisiones de los diversos niveles de gobierno y en la comunidad que los consume.

El geoportal ha consolidado su rol como herramienta estratégica para el acceso a información geoespacial en la provincia, y ha superado las 10,5 millones de visitas acumuladas desde el año 2020. El análisis del primer cuatrimestre de 2025, con 1.030.424 visitas y una media mensual de más de 282.000 accesos, confirma una variación interanual positiva, reflejando un crecimiento sostenido del interés público en el uso de datos territoriales (Figura 5).

El incremento constante en la cantidad de datos disponibles en el geoportal gracias a la sinergia generada con diversas instituciones, sumado al esfuerzo comunicacional de IDECOR, han permitido que el geoportal haya superado los 10 millones de visitas, de acuerdo a la información obtenida desde 2020, cuando se inició un registro sistemático de las métricas.



Figura 5. Evolución de visitas a Mapas Córdoba entre 2020-2025
Fuente: elaboración propia (2025).

Según dichos datos, en 2020 el geoportal apenas superó el millón de visitas anuales y desde ese momento el tráfico se ha incrementado año a año de manera constante y, en 2023, alcanzó las 2.173.694 visitas, con casi 7 millones de consultas acumuladas.

El crecimiento en la cantidad de consultas de sus mapas entre 2023 y 2024 fue del 20%, con más de 2.6 millones.

Al analizar las estadísticas de consumo se observa que el acceso se distribuye casi por igual entre dispositivos móviles (50,33%) y de escritorio (49,39%), lo que reafirma la efectividad de la estrategia de diseño responsive y multiplataforma del portal.

Vale la pena destacar que estas métricas representan sólo una parte del consumo total de los datos del portal geográfico: las visitas a los mapas. La plataforma también cuenta con datos que pueden ser consultados como geoservicios, API y descargas, sobre los cuales no se cuenta con métricas de consumo.

El mapa más consultado del geoportal Mapas Córdoba es Catastro Online con 86,63% del volumen de visitas, lo que indica una fuerte demanda por información parcelaria, urbana y rural. También se observa una creciente diversificación en los mapas consultados, como el Planeamiento Urbano de Villa Allende o el de Establecimientos Educativos, que en el último año crecieron un 484,8% y un 428,4% respectivamente, lo que sugiere un uso más amplio y transversal de la información geográfica por parte de distintos públicos y sectores.

Entre sus más de 200 mapas, los 10 más consultados representan casi el 92% del tráfico del portal. Los diez mapas más visitados son:

1º. Catastro Online. Con datos de la Dirección General de Catastro, presenta información parcelaria y estado de ocupación de los inmuebles (baldío, edificado, PH y rural).

2º. Cartas de Suelo. Producido por el Centro Regional INTA Córdoba y el Ministerio de Bioagroindustria, este mapa permite consultar las capas cartográficas de suelos de la Provincia a escalas de semidetalle 1:50.000 y de reconocimiento 1:100.000 y 1:500.000.

3º. Ocupación del Suelo Ciudad de Córdoba. Este mapa de la Dirección de Planeamiento Urbano de la Municipalidad de Córdoba, permite consultar información de la ocupación del suelo, según las ordenanzas vigentes en la ciudad de Córdoba.

4º. Mapa Base Córdoba. Esta cartografía, que cuenta con la capa de Argenmap desarrollado por el IGN, presenta datos de las áreas urbanas, nombre de localidades, rutas y cursos de agua.

5º. Uso del Suelo Ciudad de Córdoba. Producido por la Dirección de Planeamiento Urbano de la Municipalidad de Córdoba, contiene información correspondiente a la Ord. 8133 de uso del suelo en la ciudad de Córdoba.

6º. Mapa Vial. Producido por la Dirección Provincial de Vialidad, refleja información sobre la red vial que forma parte integrante del territorio de la provincia de Córdoba.

7º. Imágenes y vuelos fotogramétricos. Producido por IDECOR en convenio con AGRISAT y datos de la CONAE. Muestra imágenes de alta resolución en ámbitos urbanos, realizadas por la CONAE y del relevamiento aéreo fotográfico realizado sobre el Gran Córdoba de la empresa AGRISAT.

8º. Urbanizaciones Autorizadas y Aprobadas. Producido por la Municipalidad de Córdoba, en el mismo es posible acceder a información de urbanizaciones conforme Ord. 8060 y modificatorias. El mismo contiene loteos aprobados y autorizados a la venta de lotes.

9º Establecimientos educativos. Publicado por la Dirección General de Planeamiento, Evaluación y Prospectiva Educativa del Ministerio de Educación de la Provincia. Muestra la localización de los establecimientos educativos de gestión estatal o privada.

10º. Urbanizaciones y loteos. Producido por el Ministerio de Economía y Gestión Pública de la Provincia de Córdoba con MEUL , en el mapa es posible localizar los emprendimientos que se gestionan a través de la Mesa de Entrada Única de Loteos de la provincia.

CONCLUSIONES

La gestión y disponibilidad de los datos geográficos de una jurisdicción es una de las razones de ser de las Infraestructuras de Datos Espaciales, y los geoportales son una de las herramientas con las que cuentan para poder cumplir con dicho objetivo.

Para la puesta en línea de su portal de información geográfica, IDECOR se propuso no sólo publicar información territorial de la provincia de Córdoba, sino también procurar que la misma sea de interés y consumida por una amplia variedad de públicos.

El geoportal Mapas Córdoba ha logrado posicionarse como una herramienta clave para la democratización del acceso a la información territorial, haciéndola accesible tanto a expertos como a usuarios no especializados.

Haber alcanzado el hito de los 10 millones de visitas fue el punto de partida para analizar la experiencia de estos siete años de implementación del geoportal Mapas Córdoba y extraer algunas lecciones aprendidas que procuran aportar ciertas consideraciones en torno a la implementación y gestión de este tipo de portales por parte de las Infraestructuras de Datos Espaciales.

En primer lugar, se observa que la búsqueda por lograr la implementación de un portal de mapas orientado a una amplia variedad de públicos resultó positiva y permitió que un gran número de personas, no necesariamente especializadas en este tipo de herramientas, consulten y consuman los datos disponibles. Esto es posible comprobarlo en el consumo de los mapas más visitados, que presentan una amplia variedad de temáticas. Tal es el caso, del Catastro Online, en el cual se presentan datos de los dos millones de inmuebles de la Provincia de Córdoba, como la nomenclatura, número de cuenta, localizar y conocer el estado de un inmueble.

A su vez, el trabajo articulado con organismos provinciales y nacionales, municipios y comunas, instituciones del ámbito académico y científico, organizaciones de la sociedad civil, empresas y profesionales de diversas disciplinas, ha permitido poner a disposición para su consulta abierta, información territorial sobre una amplia variedad de temáticas que se ha plasmado en una importante cantidad de mapas.

Finalmente, esta labor se ha materializado a través del acompañamiento técnico y la comunicación sostenida con el objetivo de visibilizar los productos, mapas y recursos producidos junto a dichas instituciones.

La combinación de estas acciones que conforman una estrategia en la implementación del portal de información geográfica de IDECOR ha contribuido a conformar una comunidad geoespacial en el ámbito provincial y nacional, en constante evolución, que publica, consume y demanda cada vez más datos geográficos sobre una variedad de temáticas a las cuales es preciso dar respuesta.

El crecimiento observado en el geoportal evidencia una necesidad real de información geoespacial por parte de distintos públicos y valida el enfoque adoptado, basado en un diseño centrado en la usabilidad y la simplicidad, una sinergia con diversos organismos que fortalecen el ecosistema de datos espaciales, y la estrategia de una comunicación sostenida que fortalece el vínculo entre la comunidad de usuarios y el geoportal.

REFERENCIAS

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA. (14 de mayo de 2018). *Lanzamiento de Mapas Córdoba: el geoportal IDE de la provincia de Córdoba*. https://www.idecor.gob.ar/lanzamiento-mapas-cordoba-_-el-geoportal-ide-de-la-provincia-de-cordoba/

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA. (2023a). *Cinco años de Mapas Córdoba*. https://www.idecor.gob.ar/cinco-anos-de-mapas-cordoba/

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA. (26 de julio de 2023b). *IDECOR supera los 100 mapas publicados*. https://www.idecor.gob.ar/idecor-supera-los-100-mapas-publicados/

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA. (9 de abril de 2025). *Mapas Córdoba supera los 10 millones de visitas*. https://www.idecor.gob.ar/mapas-cordoba-supera-los-10-millones-de-visitas/

PIUMETTO, M., ALGORRY, A., & BUSTOS, M. (2018). Mapas Córdoba ¿Un geoportal o un portal de mapas? Experiencias de la implementación del geoportal IDE de la provincia de Córdoba. En L. Reynoso & C. Massera (Eds.). *Ponencias de las XIII Jornadas IDERA* (pp. 265-281). Instituto Geográfico Nacional. https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/jornadas/XIII_SanJuan/Libro_Ponencias_XIII_IDERA_SanJuan_OK.pdf

SOLA, G., SCARDINO, L., & MORALES, H. (2025). La comunicación como herramienta para posicionar a las IDE y a la información geográfica. En L. Reynoso, L. R. Balparda, E. del V. Ortiz, M. A. Fernández, A. R. Vargas, M. Soria, M. A. Barrera, O. Cardozo, & A. Avalos (Eds.). *Ponencias de las XVIII Jornadas IDERA 2024* (pp. 172-184). Instituto Geográfico Nacional. https://www.idera.gob.ar/images/stories/eventos/2024/Libro_XVIII_Jornadas_IDERA.pdf

UNITED NATIONS COMMITTEE OF EXPERTS ON GLOBAL GEOSPATIAL INFORMATION MANAGEMENT. (2015). *A Guide to the Role of Standards in Geospatial Information Management* [Archivo PDF]. https://ggim.un.org/meetings/GGIM-committee/8th-Session/documents/Standards_Guide_2018.pdf

Mapa de la Investigación de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (Universidad Nacional de La Plata)

Research Map of the Faculty of Natural Sciences and Museum (Universidad Nacional de La Plata)

Mapa da Pesquisa da Faculdade de Ciências Naturais e Museu (Universidad Nacional de La Plata)

Abril Cereceda[*1], M. Julia Cassano[1], Amalia M. Luy[1], M. Paula Sahores[1], Sandra Torrusio[1]*

1 Secretaría de Investigación y Transferencia (SIyT), Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata (FCNyM – UNLP).
**email de contacto: acereceda@fcnym.unlp.edu.ar*

Resumen: Este trabajo surge de las diversas inquietudes y motivaciones gestadas en la Secretaría de Investigación y Transferencia de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM) de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Sus principales objetivos son: 1) contar con un mapa dinámico en un entorno web con la distribución geográfica de los proyectos de investigación y desarrollo que se llevan a cabo en la Facultad, que sirva como herramienta de gestión y comunicación interna y externa al organismo y 2) facilitar el acceso a la información sobre las actividades de investigación y transferencia, fortaleciendo así la conexión entre los diversos actores de la Casa (docentes, investigadores/as y estudiantes). Dicha iniciativa promueve la innovación en sus actividades y la inserción en nuevos nichos temáticos y geográficos, impulsando una mayor colaboración y un mejor aprovechamiento de los recursos. Para esto, se reajustó la base de datos original de los proyectos desde 2022 a la fecha. Se georeferenciaron tanto los lugares de pertenencia de los/as investigadores/as (Institutos, Centros, Laboratorios), como la distribución en territorio propiamente dicha de cada una de las investigaciones (localidades, provincias, etc.). Además, se relacionó cada proyecto a un campo disciplinar o temática, y a un Objetivo de

Desarrollo Sostenible (ODS) según la Agenda 2030. Toda esta información resulta publicada en un visor web de acceso libre que contiene el Mapa de la Investigación de la FCNyM, dentro del entorno de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Buenos Aires (IDEBA), acorde a las normas y estándares.

Palabras clave: *proyectos de investigación, comunicación, gestión, visor de mapas, IDEBA.*

Abstract: This work stems from various initiatives and motivations developed within the Secretariat for Research and Knowledge Transfer of the Faculty of Natural Sciences and Museum (FCNyM) at the National University of La Plata (UNLP). Its main objectives are: (1) to develop a dynamic web-based map displaying the geographical distribution of research and development projects carried out at the Faculty, serving as a management and communication tool both internally and externally; and (2) to facilitate access to information about research and transfer activities, thereby strengthening connections among the institution's different actors (faculty, researchers, and students). This initiative promotes innovation, fosters engagement in new thematic and geographical areas, and enhances collaboration and resource use. To achieve this, the original project database (covering 2022 to the present) was refined. Researchers' affiliations (institutes, centers, laboratories) were georeferenced, as were the territorial locations of their research (localities, provinces, etc.). Each project was also linked to a disciplinary field or theme and to a Sustainable Development Goal (SDG) in line with the 2030 Agenda. All this information is published through an open-access web viewer —the Research Map of the FCNyM— within the Spatial Data Infrastructure of the Province of Buenos Aires (IDEBA), in accordance with established norms and standards.

Keywords: *research projects, communication, management, map viewer, IDEBA.*

Resumo: Este trabalho surge de diversas iniciativas e motivações desenvolvidas no âmbito da Secretaria de Pesquisa e Transferência da Faculdade de Ciências Naturais e Museu (FCNyM) da Universidade Nacional de La Plata (UNLP). Seus principais objetivos são: (1) criar um mapa dinâmico em ambiente web que apresente a distribuição geográfica dos projetos de pesquisa e desenvolvimento realizados na Faculdade, servindo como ferramenta de gestão e comunicação interna e externa; e (2) facilitar o acesso à informação sobre as atividades de pesquisa e transferência, fortalecendo assim a conexão entre docentes, pesquisadores(as) e estudantes. Essa iniciativa promove a inovação, incentiva a inserção em novos nichos temáticos e geográficos, e estimula a colaboração e o uso eficiente dos re-

cursos. Para isso, a base de dados original dos projetos (de 2022 até o presente) foi ajustada. Foram georreferenciadas tanto as instituições de vinculação dos(as) pesquisadores(as) (institutos, centros, laboratórios) quanto a distribuição territorial das pesquisas (localidades, províncias, etc.). Além disso, cada projeto foi associado a um campo disciplinar ou temática e a um Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS), conforme a Agenda 2030. Todas essas informações estão publicadas em um visualizador web de acesso aberto —o Mapa da Pesquisa da FCNyM— integrado à Infraestrutura de Dados Espaciais da Província de Buenos Aires (IDEBA), em conformidade com normas e padrões estabelecidos.

Palavras-chave: *projetos de pesquisa, comunicação, gestão, visualizador de mapas, IDEBA.*

INTRODUCCIÓN

La Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM) está conformada por una robusta red de investigadores, docentes, profesionales, becarios, tesistas y personal técnico localizados en diversos espacios (Institutos, Centros, Divisiones del Museo de La Plata, Laboratorios, Gabinetes, Cátedras), tanto propios de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) como de múltiple dependencia (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas -CONICET- y Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires -CICPBA-). Respaldar esta red y colaborar en el fortalecimiento de sus vínculos es una tarea fundamental de la institución. Bajo esta meta la Facultad alienta la interconexión de sus actores para promover el crecimiento de cada sector, potenciar la innovación en sus actividades y buscar la inserción en nuevos nichos temáticos y geográficos. De esta manera, además, se contribuye a una mayor colaboración y un mejor aprovechamiento de los recursos.

Por otro lado, facilitar el acceso a la información sobre las actividades de investigación y transferencia fortalece la conexión con la comunidad externa a la casa de estudios. Si bien, las actividades se centran en el ámbito académico, no serían estas exclusivas. El impacto en los distintos sectores de la sociedad se extiende no sólo en nuestra ciudad, sino también, a nivel nacional, regional y global debido a la relevancia de las especialidades y temáticas que abarca la Facultad.

Una manera de alentar y dar soporte a las comunicaciones dentro y fuera de la FCNyM es la publicación, a través de un medio accesible, de aquella información que pueda ser de interés para todos los sectores mencionados. Las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) facilitan el acceso a datos, productos y servicios geoespaciales disponibles en internet, siguiendo estándares y normas establecidas (IDERA, 2017). Esto garantiza su interoperabilidad y uso, al tiempo que preserva la propiedad de la información por parte de los organismos que la publican y su responsabilidad en su actualización (IDERA, 2017).

Dentro de este contexto motivacional y alineados con el marco que brindan las IDE es que surge el presente proyecto. Esta propuesta tiene como objetivo poner a disposi-

ción toda información referida a la investigación de nuestra Unidad Académica que sea susceptible de ser geolocalizada, mediante un mapa virtual e interactivo de libre acceso. Esta herramienta comunicacional y de gestión permite la búsqueda de información a través de su georreferencia mediante una interfaz atractiva y de fácil manejo.

Antecedentes vinculados

Existen algunos antecedentes similares puestos en marcha dentro del ámbito de la UNLP. Un primer ejemplo es el mapa de ubicación de las tesis doctorales y sus áreas de estudio desarrolladas en el Centro de Investigaciones Geológicas (CIG) (CIG, s.f.). Un segundo ejemplo lo constituye el Centro Interdisciplinario de Investigaciones Aplicadas al Agua y al Ambiente (CIIAAA) el cual presenta un repositorio de mapas. Finalmente, se encuentra el portal que desarrolló la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) (FAU, s.f.) en donde se puede visualizar la producción de grado, posgrado, extensión e investigación (proyectos, obras, programas y espacios de prácticas). En relación a los dos primeros casos, ambos se encuentran publicados dentro de la plataforma integradora de Infraestructura de Datos Espaciales de Buenos Aires (IDEBA), mientras que el tercer caso cuenta con una plataforma propia y está adherido a Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA). Siendo este último ejemplo similar al de la FCNyM en cuanto al tipo y volumen de información que brinda, ya que los actores implicados se corresponden a otra Casa de Estudios perteneciente a la UNLP.

Caso de estudio

El caso de estudio de este trabajo son los proyectos de investigación y desarrollo realizados por grupos de investigadores, docentes, tesistas, becarios y profesionales técnicos de la FCNyM. Estos proyectos incluyen las principales líneas de investigación que se desarrollan en la Casa y tienen la particularidad de que sus objetos de estudio están distribuidos ampliamente por el territorio nacional bicontinental, incluyendo las porciones insular y marítima e incluso a países limítrofes y otros no limítrofes. Además estos proyectos funcionan como marco y/o convenio formal para la interacción con profesionales de otras instituciones nacionales e internacionales.

Los/as directores/as de los proyectos envían periódicamente a la Secretaría de Investigación y Transferencia (SIyT) de la FCNyM sus propuestas mediante una presentación formal que incluye una variedad de datos específicos del proyecto (título, director/a, codirector/a, integrantes y sus categorías, resumen, unidad de investigación, duración, entidad que acredita, entidad que subsidia). La SIyT no sólo se encarga del almacenamiento de toda esta información sino que también funciona como ente de gestión y regulación lo que resulta en la posesión de una base de datos muy grande y amplia en cuanto a tipo de datos. Si bien el objetivo a largo plazo de este trabajo es que todos los proyectos realizados estén publicados, decidimos seleccionar un período de tiempo desde el año 2022 a la actualidad con el fin de lograr un procesamiento de datos factible en corto-mediano plazo. A su vez, con la idea fundamental de que la publicación

de esta información funcione por un lado como herramienta de gestión y por otro como herramienta comunicacional, es que de cada proyecto seleccionamos un grupo de datos para el uso particular de cada uno de estos dos propósitos.

Posteriormente surgió la necesidad de promover los equipos e instrumentos de mediano y gran porte con el que cuenta la Facultad y sus dependencias que pueden brindar servicios profesionales a investigadores de la casa y a usuarios externos. Para esta segunda etapa se realizó un relevamiento exhaustivo a lo largo de las Unidades de Investigación (UI) dependientes de la Facultad sobre los equipamientos que tienen estas capacidades. Se reclutaron 91 equipos (microscopios ópticos, difractómetros de rayos X, microscopio electrónico de barrido, cromatógrafos, estación total, entre muchos otros) con sus descripciones y especificaciones, datos de la UI que los alberga y del personal a cargo, así como el tipo de análisis que realizan.

MATERIALES y MÉTODOS

El proyecto en sus inicios

En una primera instancia, se desarrolló el *Proyecto Mapa de la Investigación en la FCNyM* (versión 01.2022) mediante la utilización de un complemento en el entorno QGIS (software libre y de código abierto, versión 3.22 Białowieża): QGIS Cloud Hosting, una plataforma Web-GIS para publicar mapas, datos y servicios en Internet. Con el complemento QGIS Cloud Free se creó la primera versión del Mapa, el cual utilizó las capacidades de QGIS para su desarrollo, y todos los mapas publicados en Internet son de libre acceso para cualquier persona, pudiéndose compartir a través de un link como Servicio WMS (Web Map Service). Si bien cumplió con los objetivos iniciales y sirvió de entrenamiento y análisis de los datos fuente, no resultó tan flexible ni amigable presentando ciertas limitaciones de expansión, manejo y visualización de las capas temáticas. Por estas razones, se optó por publicar nuestra base de datos georreferenciada dentro de la plataforma integradora de IDEBA, para lo cual se solicitó la adhesión siguiendo el reglamento (IDEBA, 2020). Esta incorporación en IDEBA posibilita la publicación de datos de manera eficiente, estandarizada e interoperable como garantía de la democratización del acceso a la información geoespacial producida dentro del ámbito académico y científico.

Fuente de datos

Para la publicación de los proyectos de investigación se seleccionaron de la base de datos original de la SIyT, todos aquellos proyectos vigentes durante los años 2022 a la actualidad (193 proyectos). De todo el universo de datos con los que cuenta la SIyT sobre cada proyecto se trabajó con dos grupos pensados en función de desarrollar una herramienta que sirva para la gestión y además comunicacional (Figura 1). En este sentido, un grupo reúne aquellos datos necesarios para las tareas de gestión propias de la institución, pero que no necesariamente pueden ser publicados libremente (ver columna *Gestión* de la Figura 1). El segundo grupo de datos conforma aquella infor-

mación que concretamente sirve para la divulgación de las líneas de investigación en la FCNyM, puede ser publicada libremente y son datos mínimos para que resulte una lectura amigable (ver columna *Difusión* de la Figura 1). Además, se incorporaron dos grupos de datos más que no conformaban la base de datos original. Por un lado, un grupo de datos necesarios para el proceso de georreferenciación, siendo los más relevantes las coordenadas geográficas (Latitud y Longitud, ver columna *Procesamiento* de Figura 1). Por último, un grupo de datos que sirven para la generación de productos cartográficos y análisis de los datos primarios, como por ejemplo, disciplina de las Ciencias Naturales, la región, provincia o localidad del área de estudio (ver columna *PC y AE* de la Figura 1).

En cuanto a los datos de equipos e instrumentos, estos fueron solicitados desde la SIyT a cada dependencia y también resultaron definidos en los mismos cuatro grupos descritos para los proyectos de investigación.

Datos de los proyectos de investigación	**Gestión** *Algunos no están publicados en el geoportal*	**Divulgación** *Todos publicados en el geoportal*	**Procesamiento** *Son necesarios para la georeferenciación. No están publicados*	**PC y AE** *fueron generados para los productos cartográficos (PC) y análisis estadístico (AE)*
Título	X	X		
Área de estudio (AE)		X		X
Lattitud y Longitud de AE			X	
Referencia del AE			X	
Porvincia AE				X
País AE				X
Disciplina de las Ciencias Naturales	X	X		X
Especialidad		X		X
Director/a	X	X		
Unidad de investigación (UI)	X	X		X
Latitud y Longitud de UI			X	X
Edificio			X	
Acceso web		X		X
Código UNLP	X			
Fecha de inicio	X			
Fecha de finalización	X			
ODS		X		X

Figura 1. Organización de los datos utilizados para el desarrollo del mapa de los proyectos de investigación

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos de la SIyT-FCNyM.

Proceso implementado

El desarrollo de esta herramienta y su publicación en un entorno web requirió la implementación de un plan riguroso, pero a su vez dinámico. A continuación, se describen cronológicamente los pasos seguidos:

- Generación de una base de datos organizada y estandarizada: como primer paso fue necesario realizar una identificación y un análisis de los datos teniendo en cuenta dos

instancias; por un lado, los datos que son necesarios para las tareas de gestión y por otro lado que se deseaban publicar. Éstos deben estar orientados a responder a los requerimientos y las preguntas específicas que sean de interés. Una vez identificado el tipo y la estructura de datos a utilizar, se procedió a la recopilación, integración, estandarización, diseño y organización de la información en tablas que conformaron la base de datos (Figura 2). En el caso de los proyectos de investigación, para cada uno de ellos se seleccionó información tal como título, director/a, contactos, unidades de investigación, área de estudio, acceso a sitio web, etc. En el caso de los equipos, se detalló el nombre, marca y modelo, UI, personal a cargo, contacto, acceso web, etc.

	B	C	D	L	M
1	Director_a	Códi	Título	lat_AE	lon_AE
2	ACHINELLY, María Fernanda	N896	Helmintos como potenciales bioindicado	-34.9187252215978	-57.9541889779822
3	ACHINELLY, María Fernanda		Desarrollo de un cebo bioinsecticida en	-34.99595710730694	-64.59745852702416
4	ACOSTA HOSPITALECHE, Ca	N955	Análisis integral de las aves de América	-34.99595710730694	-64.59745852702416
5	ALMANDOZ, Gaston	N989	Diversidad y ecología del fitoplancton ma	-63.7356803412729	-66.869336957447646
6	ALVAREZ, María Fernanda	EN006	Influencia de la conectividad hidrológica	-34.50107964851046	-58.32417101033094
7	ARAGON, Eugenio	N947	Evolución petrogenetica y geodinámica d	-41.38467527987503	-71.2167084296839
8	BARRIENTOS, Gustavo	N971	Modificaciones diagenéticas en restos ó	-46.96672278379014	-71.37639589730811
9	BARRIENTOS, Gustavo	N1011	Paisajes arqueológicos en las sierras au	-38.139328	-61.794140
10	BEILINSON, Elisa	N913	Evolución geológica y biológica durante	-34.50107964851046	-58.32417101033094

Figura 2. Ejemplificación de la base de datos construida
Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos de la SIyT (2022-actualidad).

• Análisis y curaduría de los datos fuente: el objetivo de esta instancia fue diseñar una estructura de grupos y subgrupos (categorías y capas) que contenga el universo de información a compartir. Aquí, en el caso de los proyectos, se determinó y clasificó la información en dos categorías: 1) en función de las grandes áreas de las Ciencias Naturales, esto es, la línea de investigación o disciplina entendida en el sentido de la rama base de acuerdo con las carreras presentes en la Facultad: Antropología, Botánica, Zoología, Ecología, Paleontología, Geología y Geoquímica; y, 2) en función de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) según la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). En el caso de los equipos, en función de la taxonomía de cada equipamiento.

• Georeferenciación de los datos: para la visualización de los datos sobre el mapa se le asignó a cada objeto a publicar una coordenada geográfica (Fig. 2, campo *lat_AE* y *lon_AE*). Esta puede ser concretamente la ubicación geográfica de las instalaciones edilicias en el caso de los equipos, o bien, una coordenada representativa del área de distribución o estudio en el caso de los proyectos. En el caso de ciertos proyectos, cuya área de estudio abarcaba una gran extensión territorial, por ej.: Argentina o Sudamérica, se los vinculó a un nivel regional adoptando un criterio de ubicación representativo e igual para todos ellos.

• Desarrollo del mapa: mediante el uso del software libre QGIS (versión 3.22 Białowieża) se desarrolló una versión del mapa con todas las categorías y capas programadas. En

esta instancia se puso a prueba la estandarización y organización de los datos, los posibles errores en la georeferenciación, y si la estructura de categorías y capas respondía a lo que se estaba buscando.

• Aspectos del diseño gráfico y comunicacional: esta es una tarea clave del desarrollo del mapa, en donde se crea un estilo gráfico a los objetos geográficos publicados (simbología de la marca, etiquetas, tipografía).

• Publicación de los datos: para esta instancia se utilizó la estructura brindada por IDEBA de conexión a la base de datos privada de IDEBA a través de PostGIS, que permite la publicación del mapa en forma de geoservicio (WMS y WFS), para que pueda ser estar disponible y ser consumida por cualquier persona utilizando un servidor especial (GeoServer). Luego se utiliza un gestor de visualización que permite configurar el visualizador web y modificar su estilo (título, color principal, logo, etc.).

• Mantenimiento y actualización de la información: teniendo en cuenta la motivación de este proyecto y su dinamismo, la publicación del mapa, así como la base de datos, cuenta con revisiones y procesos de actualización periódicos.

RESULTADOS

Productos cartográficos

Como primer resultado se desarrolló un producto cartográfico donde están volcados, según sus áreas de estudio, todos los proyectos de investigación desarrollados en la FCNyM vigentes desde el año 2022 (en total 193 proyectos, Figura 3). Estos presentan una distribución muy amplia que abarca el territorio nacional bicontinental, incluyendo las porciones insular y marítima e incluso a países limítrofes y otros no limítrofes. Los proyectos de investigación mapeados pueden reconocerse como puntos en distintos colores según la disciplina específica que tratan.

Un segundo producto cartográfico se obtuvo al otorgarle a cada proyecto de investigación el vínculo a los ODS planteados en la agenda 2030 de la ONU (Figura 4). En este producto se puede ver volcados en el territorio la distribución de los proyectos de investigación según sus áreas de estudio, pero clasificados según los ODS a los que contribuyen.



Figura 3. Mapa de la Investigación de la FCNyM en la interfaz del visor de mapas de IDEBA. Las referencias se encuentran en la ventana de la izquierda

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos de la SIyT-FCNyM.

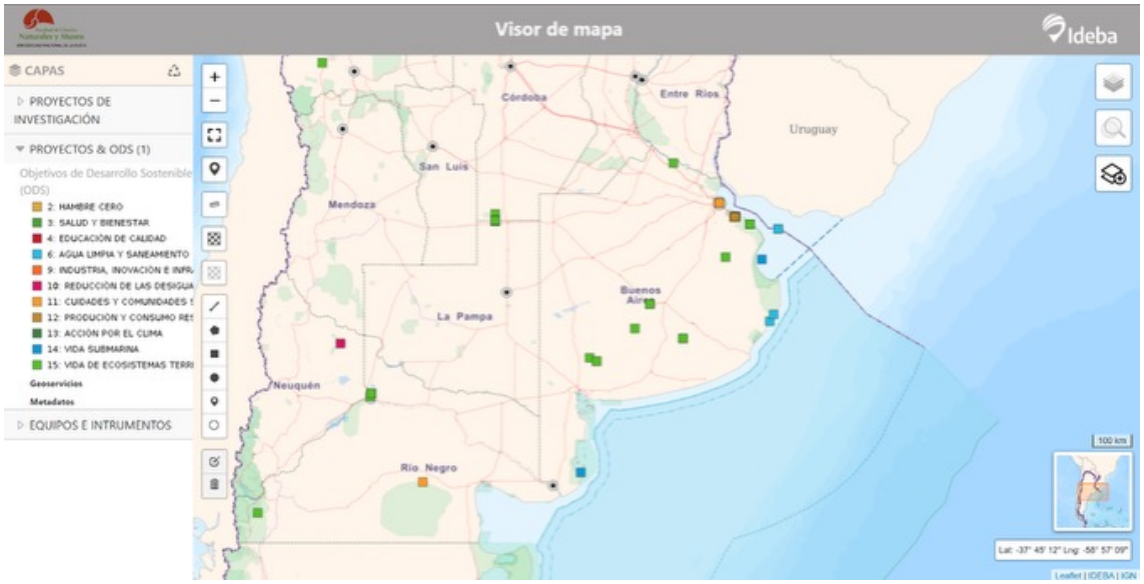


Figura 4. Mapa de los ODS que se asocian a cada proyecto de investigación en la interfaz del visor de mapas de IDEBA. Las referencias se encuentran en la ventana de la izquierda.

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos de la SIyT-FCNyM.

El tercer producto cartográfico al que se llegó consiste en un mapa que muestra la ubicación de los equipos e instrumentos de la FCNyM (Fig. 5). Estos están concentrados mayoritariamente dentro del casco urbano de la cuidad de La Plata debido a que es donde se encuentran casi todas las UI dependientes de la FCNyM. Existen al-

gunas excepciones como el microscopio que se encuentra en el IMBICE (Tolosa) o el cromatógrafo de LAQAB (Florencio Varela, Bs.As.). Este producto está conformado por un grupo de capas denominadas como un tipo de instrumento: Cromatógrafos, DRX (Difracción de Rayos X), Termocicladores, COT (Carbono orgánico total), Espectrómetros, Microscopios, Mapeo y geoposicionamiento, Geofísica. Cada una de estas capas tiene asociado un color de simbología distinto y están categorizadas según la UI que alberga el equipo.

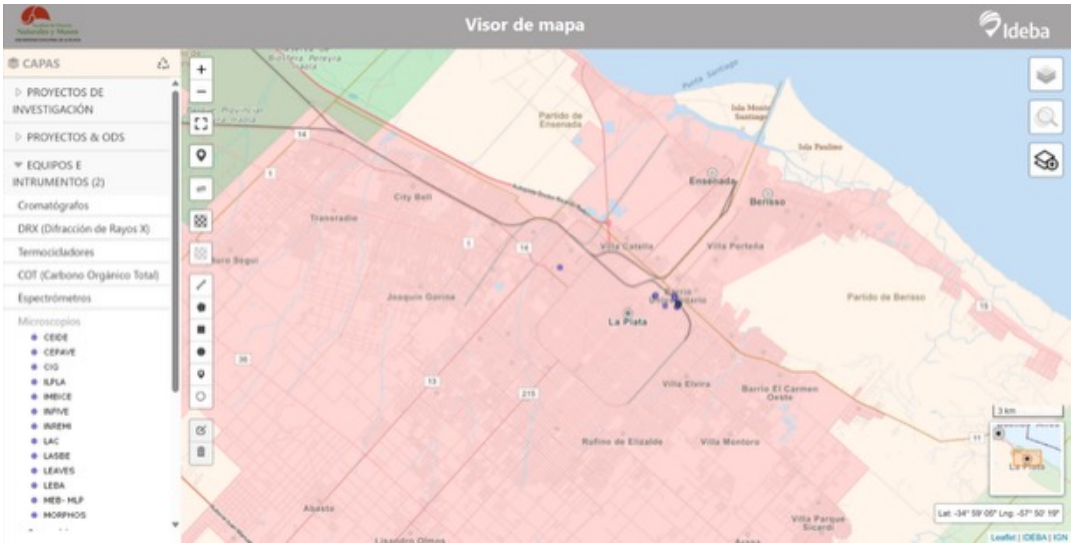


Figura 5. Mapa de Equipos e Instrumentos en la interfaz del visor de mapas de IDEBA. Las referencias se encuentran en la ventana de la izquierda.

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos de la SIyT-FCNyM.

Por último se desarrolló un cuarto producto cartográfico que muestra donde se ubican los equipos de la FCNyM que están adheridos a Sistemas Nacionales. Estos son un grupo de recorte del total de equipos. Estos se distribuyen dentro del casco urbano de La Plata y se los distingue en el mapa con una simbología de triángulos cuyos color responde al tipo de los categorías planteadas por el programa de Sistemas Nacionales: Espectrometría de masas, DRX y Microscopia.

Publicación abierta en visor de mapas

Todos productos cartográficos se encuentran publicados en internet, en el marco de una IDE, mediante el gestor de mapas y visor de mapas de IDEBA[1]. El acceso a este visor web del Mapa de la Investigación de la FCNyM se encuentra alojado en el sitio oficial de la FCNyM, en la pantalla principal (https://www.fcnym.unlp.edu.ar/) bajo un botón que se llama *Mapeando proyectos y equipos*. También se puede acceder desde la

1 https://visualizador.ideba.gba.gob.ar/fcnym-investigacion

sección de la SIyT (https://www.fcnym.unlp.edu.ar/investigacion/).

Cada objeto de estos mapas (proyecto de investigación o equipo) cuenta con una ficha técnica que se visualiza como ventana emergente (Fig. 6). Esta ficha pone a disposición una serie particular de datos. Para el caso de los proyectos de investigación: el título del proyecto, descripción del área de estudio, especialidad de las ciencias naturales que atiende, persona a cargo de la dirección del proyecto, unidad de investigación de la que depende, accesos web del proyecto y el ODS al que contribuye. Para el caso de los equipos: nombre del equipo, nombre del personal a cargo, el contacto (casilla de correo electrónico o teléfono), acceso web asociado, unidad de investigación que los alberga.

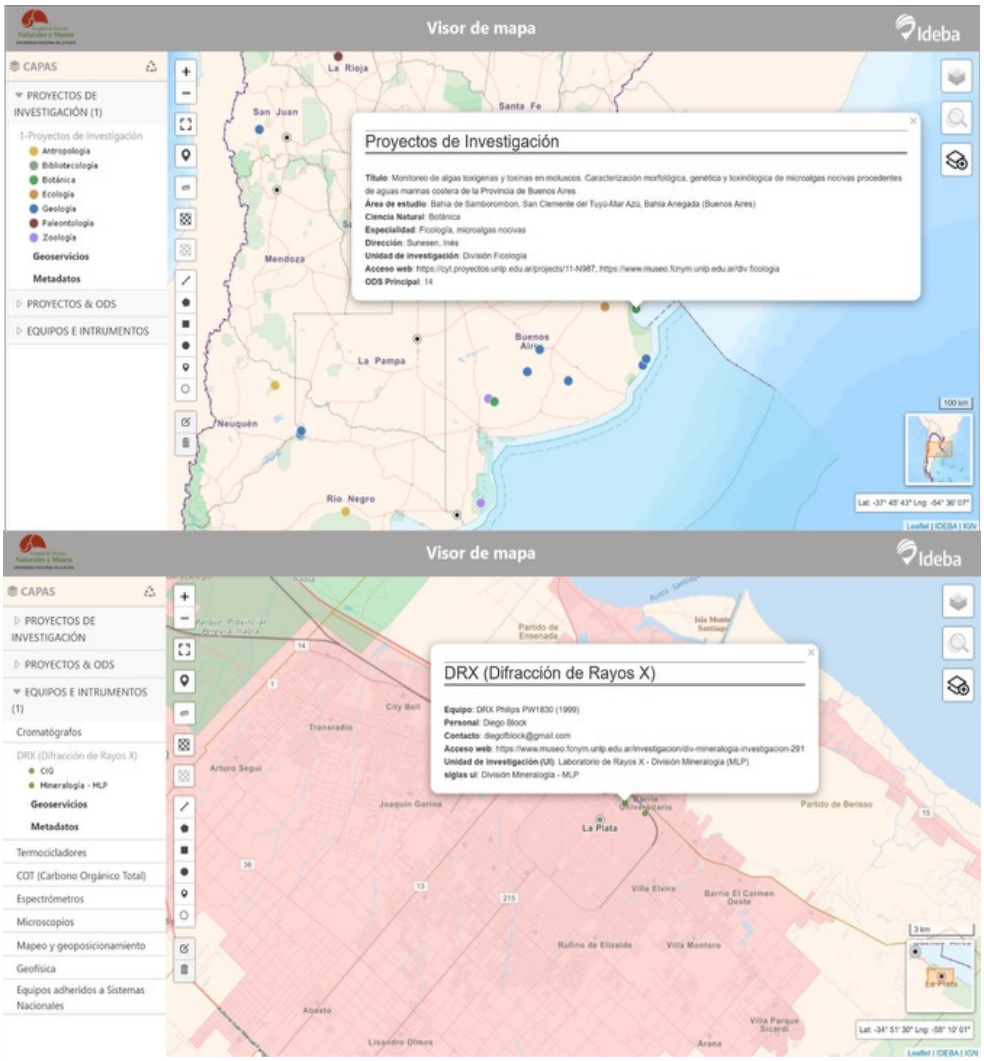


Figura 6. Arriba: Ejemplo de una ventana emergente con información de un proyectos de investigación desarrollado en la FCNyM;

Abajo: Ejemplo de una ventana emergente con información de un equipo de la FCNyM.

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos de la SIyT-FCNyM.

Cada uno de los mapas publicados pueden utilizarse como geoservicios (WMS, WFS). A estos se accede desde el visor de mapas, debajo del nombre de la capa.

Productos estadísticos e indicadores

A partir de la necesidad de la organización y estandarización de la base de datos original de la SIyT más la generación de datos nuevos se logró obtener insumos confiables y útiles para la generación de productos de análisis estadísticos e indicadores. De esta manera se pudo responder a requerimientos y problemáticas de gestión con el soporte de parámetros y gráficos estadísticos (Figura 7)

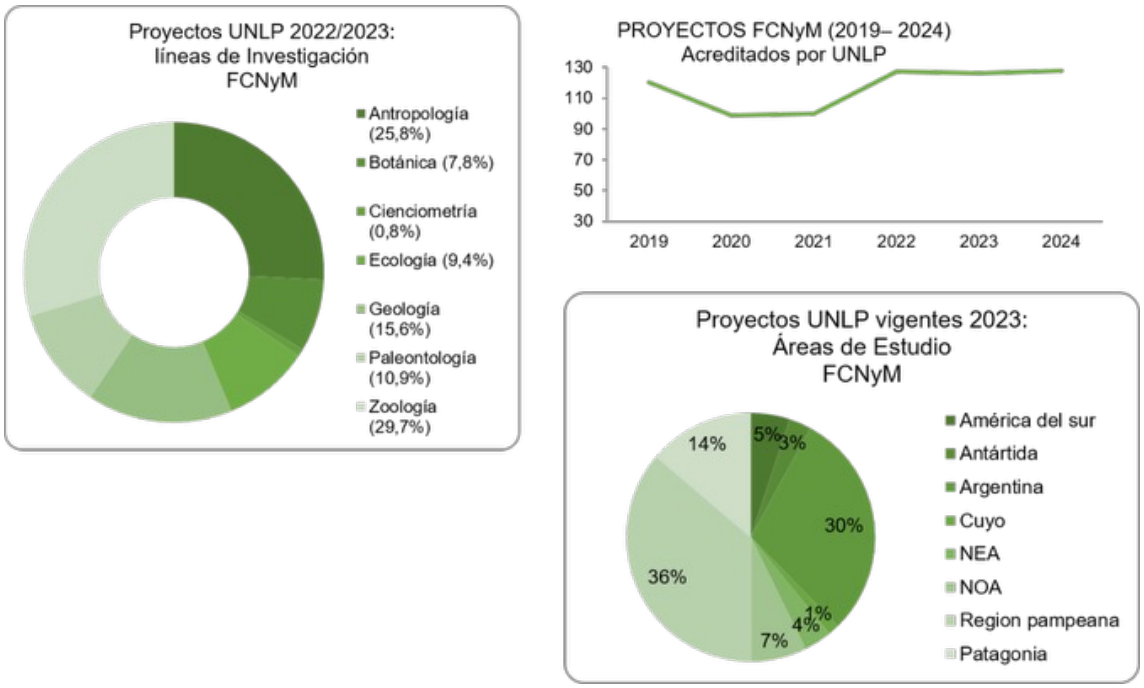


Figura 7. Ejemplos de productos estadísticos e indicadores
Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos de la SIyT-FCNyM.

CONCLUSIONES

La conclusión más relevante que se desprende de este trabajo es que hoy en día la Facultad de Ciencias Naturales y Museo cuenta en su sitio de internet, con un geoportal donde cualquier persona puede acceder a información sobre el desarrollo de los proyectos y líneas de investigación que se desarrollan en esta casa de estudios. La publicación del Mapa de la Investigación en la FCNyM es un paso sumamente importante para una institución que cuenta con una gran trayectoria de muchas décadas en cuanto al desarrollo científico en grupos nacionales e internacionales y que además, es una de las facultades referente en materia de investigación dentro de la UNLP.

Por lo tanto, la Facultad de Ciencias Naturales y Museo se posiciona en primera línea como una de las pocas instituciones nacionales de investigación que dan libre acceso a la información de sus actividades, en especial con la utilización de un geoportal. Es importante remarcar que con esta iniciativa además, estamos encaminándonos con el nuevo paradigma sobre los beneficios en la apertura de datos y por otro lado a la ampliación de la comunicación del mundo académico hacia el resto de la comunidad.

Consideraciones a futuro

Incorporar datos históricos para análisis de líneas de tiempo, con la finalidad de generar indicadores de estado de situación, tendencias y de gestión.

Incorporar los proyectos de extensión ya que es otra de las actividades más desarrolladas en la institución, junto a los Proyectos de Investigación Productiva (PIP) y Tecnológica (PIT) que están siendo acreditados por la UNLP.

Desarrollar un procedimiento para la actualización periódica y sistemática de la información en la base de datos y en la publicación de los mapas.

Llegar a concretar el propio nodo IDE de la Facultad.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen el gran apoyo recibido de parte de las autoridades de la FCNyM para alcanzar este desarrollo. También a Carlos Meza cuya asistencia y orientación fueron claves en el proceso, al personal de IDEBA siempre muy predispuesto a nuestros requerimientos, y a los investigadores/as de la Casa que hicieron sus contribuciones y sugerencias

REFERENCIAS

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. GRUPO DE TRABAJO MARCO INSTITUCIONAL. (2017). *Glosario IDERA 1.0*. https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/documentos/Glosario_IDERA.pdf

QGIS DEVELOPMENT TEAM. (2021). *QGIS Geographic Information System* (Versión 3.22 “Białowieża”) [Software]. QGIS Association. https://qgis.org

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. (2020). *Proyecto de Reglamento de funcionamiento en el marco del decreto N° 609*, año 2020

CENTRO DE INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS. (s.f.). *IDE Centro de Investigaciones Geológicas. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*. Universidad Nacional de La Plata. https://visualizador.ideba.gba.gob.ar/cig

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA. (s.f.). *Mapa FAU*. https://mapaidefau.fau.unlp.edu.ar/

Mapas de imágenes aéreas
Herramientas para el conocimiento del territorio de la Provincia de Córdoba

Aerial Imagery Maps Tools for Territorial Knowledge in Córdoba Province

Mapas de imagens aéreas Ferramentas para o conhecimento do território da Província de Córdoba

Antonella Carena[*1], *Francisco Gaguine*[1], *Fernando Galarza*[1] *y Hernan Morales*[1]

1Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR), Ministerio de Economía y Gestión Pública; Rivera Indarte 748, Córdoba, 5000.
**email de contacto: antocarena2024@gmail.com*

Resumen: El siguiente trabajo presenta la generación y publicación en el geoportal Mapas Córdoba de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de dos productos cartográficos claves para el análisis territorial en la provincia: un mapa de imágenes aerofotogramétricas históricas y otro de vuelos recientes e imágenes satelitales de alta resolución. Su desarrollo y publicación fue posible gracias a la articulación entre Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia, la Administración Provincial de Recursos Hídricos, la Dirección General de Catastro, y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales, que colaboran en promover el acceso abierto a la información geoespacial y el fortalecimiento de las capacidades de gestión territorial. El primer mapa cuenta con 1.700 imágenes digitalizadas de las décadas de 1970-1980-1990, georreferenciadas y puestas a disposición pública en acceso abierto. El segundo mapa integra un vuelo realizado en 2021 sobre el Gran Córdoba, con resolución de 12 cm, y una cobertura satelital reciente sobre 103 localidades, alcanzando unas 668.822 ha urbanas. Estos productos disponibles en línea, constituyen un valioso insumo para el análisis multitemporal de transformaciones territoriales, urbanas y ambientales y permiten un análisis preciso del estado actual del territorio, facilitando tareas de planificación, monitoreo y diagnóstico. La experiencia

demuestra el potencial de la articulación entre registros históricos y actuales y destaca la importancia estratégica de sostener el esfuerzo y trabajo de sistematización, digitalización y actualización continua.

Palabras clave: *fotogrametría, georreferenciación, planificación territorial, mapas históricos.*

Abstract: This paper presents the generation and publication on the Mapas Córdoba geoportal of the Provincial Spatial Data Infrastructure of two key cartographic products for territorial analysis in the province: a map of historical aerial photogrammetric images and another of recent flights and high-resolution satellite imagery. Their development and publication were made possible through coordination between the Provincial Spatial Data Infrastructure, the Provincial Water Resources Administration, the General Directorate of Cadastre, and the National Commission on Space Activities, which collaborate to promote open access to geospatial information and strengthen territorial management capacities. The first map includes 1,700 digitized images from the 1970s-1980s-1990s, georeferenced and made publicly available through open access. The second map integrates a flight conducted in 2021 over Greater Córdoba, with 12 cm resolution, and recent satellite coverage over 103 localities, reaching approximately 668,822 urban hectares. These online products constitute a valuable input for multitemporal analysis of territorial, urban, and environmental transformations and enable precise analysis of the current state of the territory, facilitating planning, monitoring, and diagnostic tasks. The experience demonstrates the potential of articulating historical and current records and highlights the strategic importance of sustaining the effort and work of systematization, digitization, and continuous updating.

Keywords: *photogrammetry, georeferencing, territorial planning, historical maps.*

Resumo: O seguinte trabalho apresenta a geração e publicação no geoportal Mapas Córdoba da Infraestrutura de Dados Espaciais da Província de dois produtos cartográficos fundamentais para a análise territorial na província: um mapa de imagens aerofotogramétricas históricas e outro de voos recentes e imagens de satélite de alta resolução. Seu desenvolvimento e publicação foram possíveis graças à articulação entre a Infraestrutura de Dados Espaciais da Província, a Administração Provincial de Recursos Hídricos, a Direção Geral de Cadastro e a Comissão Nacional de Atividades Espaciais, que colaboram para promover o acesso aberto à informação geoespacial e o fortalecimento das capacidades de gestão territorial. O primeiro mapa conta com 1.700 imagens digitalizadas das décadas de 1970-1980-1990, georreferenciadas e disponibilizadas publicamente em acesso

aberto. O segundo mapa integra um voo realizado em 2021 sobre a Grande Córdoba, com resolução de 12 cm, e uma cobertura satelital recente sobre 103 localidades, alcançando aproximadamente 668.822 ha urbanos. Estes produtos disponíveis online constituem um valioso insumo para a análise multitemporal de transformações territoriais, urbanas e ambientais e permitem uma análise precisa do estado atual do território, facilitando tarefas de planejamento, monitoramento e diagnóstico. A experiência demonstra o potencial da articulação entre registros históricos e atuais e destaca a importância estratégica de sustentar o esforço e trabalho de sistematização, digitalização e atualização contínua.

Palavras-chave: f*otogrametria, georreferenciamento, planejamento territorial, mapas históricos.*

INTRODUCCIÓN

Los vuelos aerofotogramétricos constituyen una fuente fundamental para el análisis y la comprensión de la evolución del territorio. A lo largo de las décadas, esta técnica ha permitido generar registros visuales sistemáticos que, al ser georreferenciados y analizados, ofrecen una valiosa reconstrucción de paisajes y dinámicas territoriales.

En Argentina, los primeros antecedentes se remontan a 1919, cuando la Aviación Naval comenzó a registrar vistas aéreas de maniobras navales. En 1929 se realizó el primer relevamiento aerofotogramétrico con fines cartográficos sobre el área de Morón, provincia de Buenos Aires, a escala 1:25.000. Instituciones como el entonces Instituto Geográfico Militar (actual Instituto Geográfico Nacional -IGN-) y la Aviación Naval desempeñaron un rol pionero en estos trabajos, desarrollando técnicas fotogramétricas desde principios del siglo XX. Los relevamientos aerofotogramétricos realizados en la década de 1920 por la Aviación Naval marcan un antecedente clave (Gebhard, 2013). También se tiene registro de empresas privadas que operaron en el país hacia fines de la década de 1920, como Aerovistas y Aviofoto, incluyendo la realización de un plano aerofotográfico de la ciudad de Córdoba para la municipalidad en 1927.

En este artículo se presentan dos productos cartográficos publicados y disponibles en el geoportal Mapas Córdoba [1] con conjuntos de información aerofotográfica correspondientes a la provincia de Córdoba: por un lado, un mapa integrado por imágenes de vuelos realizados entre 1970 y 1990; por otro, registros contemporáneos obtenidos mediante tecnología actual, que incluyen un vuelo realizado en 2021 e imágenes satelitales de alta resolución. Lejos de establecer una comparación directa entre estos productos, el enfoque del trabajo se centra en su complementariedad.

1 Mapas disponibles en: Imágenes y vuelos fotogramétricos – https://mapascordoba.gob.ar/viewer/mapa/357; Imágenes y vuelos históricos – https://mapascordoba.gob.ar/viewer/mapa/568

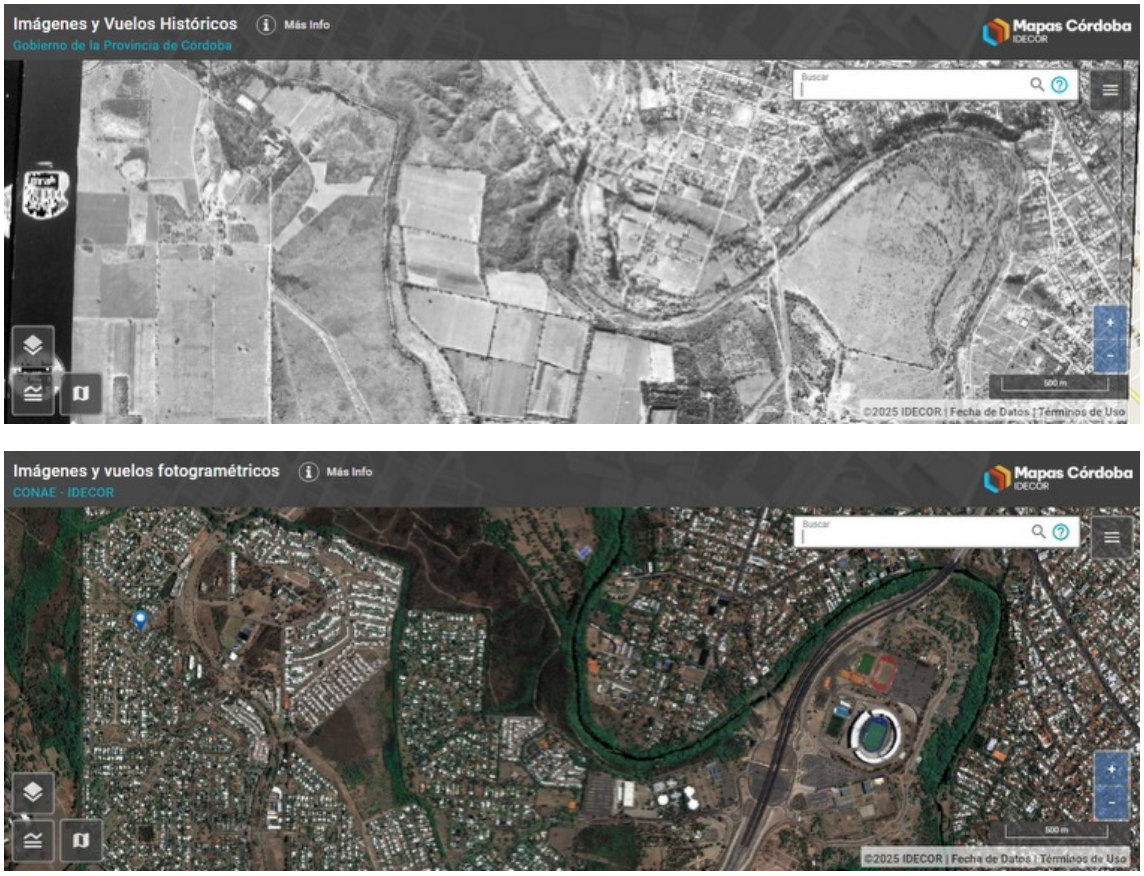


Figura 1. Comparación de la zona noroeste de la ciudad de Córdoba: imagen aérea de los años 70 e imagen del año 2023
Fuente: elaboración propia (2025).

Las imágenes fotogramétricas georreferenciadas, especialmente las de carácter histórico, constituyen una herramienta fundamental para el análisis territorial en el tiempo, ofreciendo. Estas ofrecen una visión retrospectiva detallada que permite identificar transformaciones urbanas, cambios en el uso del suelo, evolución de la infraestructura y alteraciones en las condiciones naturales como cursos de agua, áreas de monte nativo o superficies cultivadas. Esta información es de gran utilidad en diversas disciplinas, como agrimensura, geología, urbanismo, ciencias ambientales, agronomía, ingeniería civil, historia, geografía, arqueología, entre otras.

Los vuelos históricos permiten realizar el monitoreo de procesos como la expansión urbana y los cambios en el uso del suelo. Por su parte, los vuelos recientes permiten un análisis preciso del estado actual del territorio, abriendo nuevas posibilidades en cuanto a planificación, gestión y seguimiento. La integración de ambas fuentes de información (histórica y actual) resulta especialmente valiosa, permitiendo no sólo comprender las dinámicas pasadas, sino también, proyectar escenarios futuros con mayor fundamento basado en la observación de los patrones y cambios territoriales.

El objetivo del trabajo es compartir la experiencia de digitalización, georreferenciación y puesta a disposición pública del material, subrayando su potencial para la generación de conocimiento espacial y su aplicabilidad en múltiples campos.

MAPA DE IMÁGENES Y VUELOS HISTÓRICOS

El Mapa de Imágenes y Vuelos Históricos[2] de la provincia de Córdoba constituye un recurso cartográfico innovador que permite acceder a un archivo de gran valor documental y relevancia técnica. Este proyecto reúne más de 15.000 fotografías aéreas tomadas en vuelos fotogramétricos realizados entre los años 1962 y 1996, que fueron tomadas con el objetivo de actualizar la cartografía y el registro catastral provincial. Hasta la fecha, del total se han procesado y publicado aproximadamente 1.700 imágenes, las cuales cubren alrededor del 13% de la superficie provincial, lo que equivale a unas 2.300.000 ha distribuidas en los departamentos de Calamuchita, Capital, Colón, Cruz del Eje, Ischilín, Punilla, Río Cuarto, Río Primero, Río Seco, Río Segundo, Santa María, Sobremonte, Totoral y Tulumba. Esta primera publicación ofrece una valiosa base de datos para la gestión territorial, y se prevé la incorporación periódica de nuevas imágenes hasta completar el total del repositorio disponible, ampliando progresivamente el área cubierta de la provincia.

Además de la visualización del mapa y de las imágenes con sus respectivos atributos, cada fotografía georreferenciada puede descargarse individualmente en formato GeoTIFF, lo que permite su utilización directa en entornos de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y otros sistemas de análisis geoespacial.

Las imágenes que componen este mapa fueron obtenidas a partir de vuelos aerofotogramétricos realizados en las décadas de 1970, 1980 y 1990, denominados *SPARTAN*, *CAPITAL* y *CBA-CBA NORTE*. Las fotografías de Córdoba y Córdoba Norte, son copias de contacto a una escala 1:50.000, tomadas con una cámara WILD RC 10 con una distancia focal de 153,19 mm. Las fotografías correspondientes al vuelo Spartan se encuentran a escala 1:20.000 y las imágenes sobre Córdoba Capital posteriores a 1990 están en escala 1:5.000. Cada imagen contiene información complementaria como fecha, nombre del vuelo, escala, altitud, y localización precisa. Estas características técnicas, junto a la organización sistemática del vuelo en bandas paralelas y la presencia de elementos geométricos en los márgenes, posibilitan su uso en estudios de análisis estereoscópico y reconstrucción tridimensional del terreno.

Las imágenes estaban archivadas en el Departamento de Aerofotogrametría de la DGC. Posteriormente, fueron transferidas a APHRI donde se inició el proceso de escaneo y georreferenciación de aproximadamente 700 imágenes.

2 https://mapascordoba.gob.ar/viewer/mapa/568

A mediados de 2024, la Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR) asume el trabajo de georreferenciación, logrando incorporar más de 1.000 imágenes adicionales. Estas se sumaron al conjunto ya procesado, ampliando de manera significativa la base de datos disponible.

A los efectos de la elaboración y publicación del mapa, este proceso implicó además la generación de mosaicos, la delimitación de polígonos, la asignación de metadatos y su vinculación con otras capas espaciales disponibles en el geoportal Mapas Córdoba.

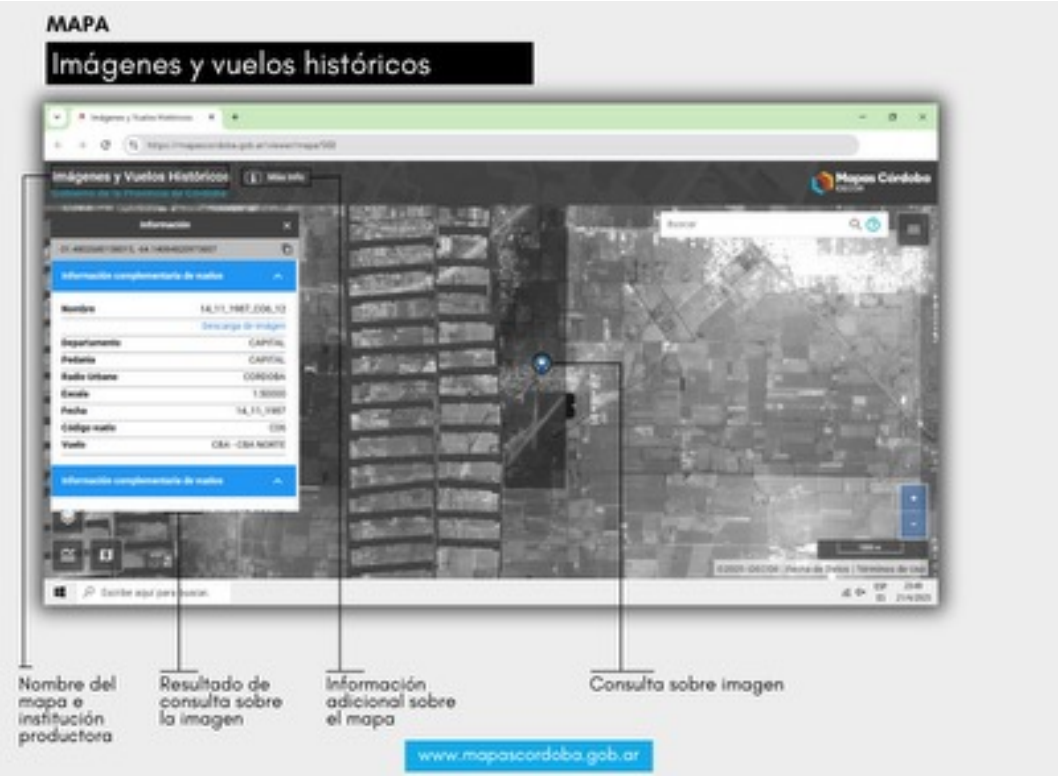


Figura 2. Consulta en el mapa de Imágenes y vuelos históricos
Fuente: elaboración propia (2025).

Este esfuerzo representa no sólo la conservación de la memoria geográfica del territorio, sino también su democratización. Al estar disponible con acceso abierto, el mapa permite a diversos actores (técnicos, académicos, institucionales y ciudadanos) realizar análisis históricos del paisaje, estudiar dinámicas urbanas, reconstruir procesos ambientales, e incluso satisfacer demandas judiciales vinculadas con litigios territoriales. De este modo, se convierte en una herramienta estratégica para la gestión del territorio y para la construcción colectiva del conocimiento geoespacial.

La continuidad del proyecto de georreferenciación de imágenes históricas representa un esfuerzo sostenido a mediano y largo plazo, orientado no solo a conservar un valioso conjunto técnico-documental, sino también a ponerlo en valor mediante su integración en la plataforma de IDECOR. En este sentido, aún resta digitalizar más de 40

cajas de material, y se estima que, una vez completado el proceso, el mapa contará con más de 15.000 imágenes publicadas, ampliando el potencial análisis multitemporal.

MAPA DE VUELOS E IMÁGENES DE ALTA RESOLUCIÓN
Vuelo Gran Córdoba 2020-2021

En complemento con el archivo histórico, el desarrollo de vuelos aerofotogramétricos contemporáneos aporta una dimensión innovadora en la generación y actualización de datos espaciales.

A fines de 2020, el Ministerio de Finanzas de la Provincia de Córdoba firmó un Convenio de Cooperación con la firma Agrisat, en el marco del cual se llevó adelante un vuelo fotogramétrico de carácter experimental en el Gran Córdoba, a una resolución de 12 cm. La operación tuvo por como objetivo evaluar y calibrar el nuevo equipamiento fotogramétrico y, como parte de la vinculación, los resultados fueron puestos a disposición a toda la comunidad de usuarios de IDECOR para su visualización a través de un mapa en línea -Imágenes y Vuelos Fotogramétricos[3]- en el geoportal Mapas Córdoba.



Figura 3. Mapa en línea - Imágenes y vuelos fotogramétricos
Fuente: elaboración propia (2025).

El vuelo fue realizado en febrero de 2021 y cubrió una extensión de casi 80.000 ha. Como resultado, se obtuvo un mosaico aerofotogramétrico georreferenciado y ortorectificado, con un píxel de 12 cm de resolución nominal. Conforme a verificaciones de campo realizadas con equipamiento GNSS (Global Navigation Satellite System) y post proceso con la estación permanente UCOR en 4 sectores del mosaico fotogramétrico

3 https://mapascordoba.gob.ar/viewer/mapa/357

la exactitud posicional alcanzada se estimó en +/- 54 cm.

Con el objetivo de evaluar el desempeño de un nuevo sistema de adquisición de imágenes aéreas, se eligió como zona de prueba el área del Gran Córdoba, debido a la diversidad de situaciones presentes en su territorio. Esta región combina sectores urbanos con edificios en altura, áreas naturales, zonas periurbanas en transformación y nuevas obras de infraestructura. Esta heterogeneidad permite detectar de manera más clara eventuales fallos en los registros, algo que no siempre es posible en entornos rurales homogéneos o pequeños poblados.

El relevamiento fue realizado utilizando el sensor fotogramétrico Aeroptic GeoPOD 2.5, desarrollado por la empresa Jacobs Company. Se trata de un sistema de adquisición de imágenes de bajo costo, diseñado para ser montado externamente en aeronaves pequeñas, mediante un soporte ad-hoc especialmente elaborado para este propósito. Esta versatilidad lo convierte en una herramienta accesible para operaciones ágiles de captura aerofotogramétrica.

La operación del sensor fue completamente automatizada. Las imágenes se capturaron en función de la posición proporcionada por un sistema GNSS embarcado y el plan de vuelo previamente definido. Este enfoque reduce significativamente la intervención manual y mejora la sistematicidad de los registros. Como parte de la campaña realizada en Córdoba, se incorporó la prueba de una nueva Unidad de Medición Inercial (IMU), un dispositivo electrónico que registra en cada toma los datos de velocidad, orientación y aceleraciones, incluyendo las fuerzas gravitacionales actuantes. Estos datos permiten corregir automáticamente errores de orientación interna y externa en las imágenes.

El procesamiento de las imágenes incluyó la ortorectificación mediante un Modelo Digital de Elevación (MDE), que permite corregir las distorsiones generadas por las variaciones del relieve y la inclinación de la cámara durante la captura. Además, se empleó un Modelo Digital de Terreno (MDT) de 5 m de resolución, provisto por el IGN, lo que permitió reducir el solapamiento entre tomas y optimizar el tiempo de vuelo. Gracias a esta eficiencia, el relevamiento completo del Gran Córdoba se realizó en tan solo seis horas, obteniendo un producto final de alta calidad, con buena precisión geométrica y tonalidad homogénea.

Cabe destacar que la diferencia entre ambos modelos radica en su contenido: el MDE incluye todas las estructuras presentes sobre el terreno, como edificaciones y vegetación, mientras que el MDT representa únicamente la superficie terrestre *limpia*, es decir, sin elementos antrópicos ni cobertura vegetal (Instituto Geográfico Nacional, 2025)

Imágenes satelitales de alta resolución

Para mayo del año 2023, en el marco de un acuerdo con la Comisión Nacional de Actividades Espaciales de la República Argentina (CONAE) para el acceso a productos satelitales y el uso de imágenes de alta resolución espacial, IDECOR actualiza el Mapa de Imágenes y Vuelos Fotogramétricos que alcanza una cobertura de más de 280.000

ha en zonas urbanas de la provincia de Córdoba sumando al mapa imágenes de alta resolución (2022) 33 localidades de la provincia.

Posteriormente, en noviembre del mismo año, CONAE e IDECOR ampliaron la cobertura del mapa publicado a 608.000 ha, sumando 55 nuevas áreas urbanas de la provincia y totalizando así 103 localidades con imágenes satelitales (2023), con una resolución espacial de entre 50 y 30 cm.

Con estas mejoras, los usuarios del mapa disponen de acceso a imágenes Pléiades y Pléiades Neo, de la firma Airbus de antigüedad menor a tres años, en 103 localidades, y que cubren 668.000 ha, lo que equivale al 61% de la superficie urbana de la provincia.



Figura 4. Comparación entre la imagen disponible de Esri Satellite y la obtenida por CONAE 2022. Zona Agua de Oro, provincia de Córdoba
Fuente: elaboración propia (2023).

Además de estar disponibles en el geoportal Mapas Córdoba, las imágenes también se encuentran disponibles como geoservicios WMTS (Web Map Tile Service) provistos por CONAE, que pueden consumirse desde herramientas SIG, integrándose con otros recursos disponibles en la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), como parcelario catastral, normativa urbana, etc.

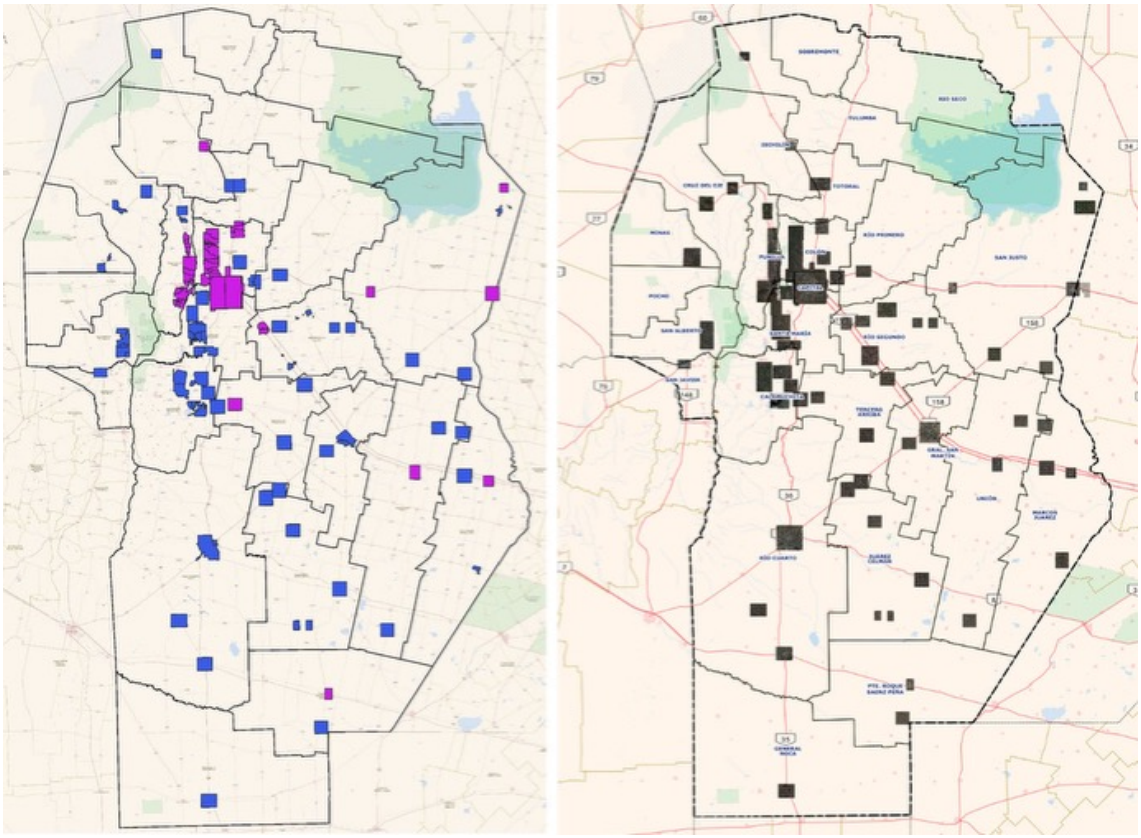


Figura 5. Áreas urbanas con imágenes de alta resolución en la Provincia de Córdoba. Izq. Clasificadas por año, violeta (2022), azul (2023). Der. Localidades cubiertas con las imágenes

Fuente: elaboración propia (2023).

CONCLUSIONES

La integración de vuelos aerofotogramétricos históricos con registros actuales de alta resolución permite construir una visión territorial de largo alcance, articulando el pasado con el presente. A través de esta complementariedad, se habilitan nuevas posibilidades para la investigación, la gestión y la planificación del territorio.

En este sentido, estos mapas publicados tienen aplicaciones directas en diversos campos: desde la planificación urbana y el diseño de infraestructuras, hasta la gestión de recursos naturales y la resolución de conflictos territoriales. Por ejemplo, pueden usarse para identificar cambios en la ocupación del suelo, planificar la expansión de servicios básicos, realizar estudios de impacto ambiental, o incluso servir como prueba documental en casos legales relacionados con la tenencia de tierras.

Por su parte, los vuelos recientes aportan una herramienta de precisión para analizar la situación actual del territorio, con aplicaciones en monitoreo urbano, obras públicas, gestión del riesgo y planificación estratégica. Su alta resolución permite identificar pequeños cambios en el territorio, lo que facilita la elaboración de diagnósticos precisos y detallados, algo que antes no era posible con la misma exactitud.

Ambos productos, no sólo son una herramienta útil para profesionales afines, sino que facilitan el acceso a información geográfica a los ciudadanos y apoyan una mejor gestión del territorio.

Asimismo, se convierten en un recurso valioso para la comunidad académica, que puede utilizarlos en investigaciones, tesis de grado y posgrado, y en la formación de futuros profesionales vinculados al análisis espacial y al desarrollo territorial.

La experiencia presentada demuestra que el acceso libre a datos espaciales, junto con los procesos de digitalización y recuperación de archivos históricos, puede tener un impacto concreto en múltiples campos del conocimiento y en las políticas públicas.

En definitiva, la puesta en valor, sistematización y actualización constante del archivo aerofotogramétrico provincial se presenta así como un desafío estratégico fundamental para el futuro.

REFERENCIAS

GEBHARD, J. (2013). La fotointerpretación y la geología. En R., Alonso (Ed.), *III Congreso Argentino de Historia de la Geología* (pp. 75-80). Mundo Gráfico https://www.insugeo.org.ar/novedades/iiicahgeo_2013.pdf

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA. (15 de diciembre de 2021). *Volamos el Gran Córdoba de manera experimental ¡mirá los resultados!*. https://www.idecor.gob.ar/volamos-el-gran-cordoba-de-manera-experimental-mira-los-resultados/

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA. (1 de noviembre de 2023). Con apoyo de CONAE, *Mapas Córdoba duplica la cantidad de ciudades con imágenes de alta resolución*. https://www.idecor.gob.ar/con-apoyo-de-conae-mapas-cordoba-duplica-la-cantidad-de-ciudades-con-imagenes-de-alta-resolucion/

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA. (10 de mayo de 2023). *Mapas Córdoba suma nuevas imágenes urbanas de alta resolución*. https://www.idecor.gob.ar/mapascordoba-suma-nuevas-imagenes-urbanas-de-alta-resolucion/

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA. (23 de abril de 2025). *Imágenes aéreas históricas de la provincia de Córdoba en un mapa online*. https://www.idecor.gob.ar/imagenes-aereas-historicas-de-la-provincia-de-cordoba-en-un-mapa-online/

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. (2025). *Modelo Digital de Elevaciones de la Argentina: Introducción*. https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/Geodesia/ModeloDigitalElevaciones/Introduccion

Procesamiento del Censo 2022 en Comodoro Rivadavia

Metodologías para la obtención de datos censales por barrios

Processing the 2022 Census in Comodoro Rivadavia Methodologies for Obtaining Census Data by Neighborhoods

Processamento do Censo 2022 em Comodoro Rivadavia Metodologias para a obtenção de dados censitários por bairros

Gustavo Ángel López[*1]; *Agustín Alejandro Rodríguez* [1]

1 Dirección General de Modernización e Investigación Territorial - Subsecretaría de Modernización y Transparencia - Municipalidad de Comodoro Rivadavia
**email: mit@comodoro.gov.ar, galolopez@gmail.com*

Resumen: El Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022, realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos, representa una fuente de información clave para el análisis social y territorial en Argentina. En este trabajo se presenta la experiencia de procesamiento de los datos censales para el Municipio de Comodoro Rivadavia, con énfasis en la construcción de una base geoespacial de barrios, la elaboración de indicadores y el diseño de un visualizador para su acceso público. Como parte de un proceso que se inició con los Censos 2001 y 2010, la Dirección General de Modernización e Investigación Territorial, junto con la Dirección de Geoestadísticas, impulsó el desarrollo de herramientas técnicas para la validación y explotación de datos desagregados. El desafío consistió en vincular con precisión información estadística y geográfica a partir de la delimitación de radios censales, su relación con el catastro municipal y la posterior consolidación de polígonos barriales. El trabajo implicó tareas de gabinete, revisión de planillas, integración cartográfica mediante QGIS y diseño de una geodatabase municipal. Asimismo, la Dirección de Datos Públicos y Comu-

nicación, organizó los contenidos para ser publicados en la web oficial de la Municipalidad de Comodoro Rivadavia. Se exponen aquí los métodos utilizados, las principales variables abordadas, los resultados alcanzados y las recomendaciones técnicas para mejorar futuras integraciones censales a nivel local.

Palabras clave: *SIG, Censo, Geoprocesos, Radio censal, Municipio.*

Abstract: The 2022 National Population, Households, and Housing Census, conducted by the National Institute of Statistics and Censuses, represents a key source of information for social and territorial analysis in Argentina. This paper presents the experience of processing census data for the Municipality of Comodoro Rivadavia, with emphasis on building a geospatial database of neighborhoods, developing indicators, and designing a viewer for public access. As part of a process that began with the 2001 and 2010 Censuses, the General Directorate of Modernization and Territorial Research, together with the Directorate of Geostatistics, promoted the development of technical tools for validation and exploitation of disaggregated data. The challenge consisted of accurately linking statistical and geographic information based on census tract delimitation, its relationship with the municipal cadastre, and the subsequent consolidation of neighborhood polygons. The work involved office tasks, spreadsheet review, cartographic integration using QGIS, and design of a municipal geodatabase. Additionally, the Directorate of Public Data and Communication organized the contents to be published on the official website of the Municipality of Comodoro Rivadavia. This paper presents the methods used, the main variables addressed, the results achieved, and technical recommendations for improving future census integrations at the local level.

Keywords: *GIS, Census, Geoprocessing, Census tract, Municipality.*

Resumo: O Censo Nacional de População, Domicílios e Moradias 2022, realizado pelo Instituto Nacional de Estatística e Censos, representa uma fonte de informação fundamental para a análise social e territorial na Argentina. Neste trabalho apresenta-se a experiência de processamento dos dados censitários para o Município de Comodoro Rivadavia, com ênfase na construção de uma base geoespacial de bairros, na elaboração de indicadores e no desenho de um visualizador para seu acesso público. Como parte de um processo que se iniciou com os Censos 2001 e 2010, a Direção Geral de Modernização e Pesquisa Territorial, junto com a Direção de Geoestatísticas, impulsionou o desenvolvimento de ferramentas técnicas para a validação e exploração de dados desagregados. O desafio consistiu em vincular com precisão informação estatística e geográfica a partir da delimitação de setores censitários, sua relação com o cadastro municipal e a posterior

consolidação de polígonos de bairros. O trabalho envolveu tarefas de gabinete, revisão de planilhas, integração cartográfica mediante QGIS e desenho de uma geodatabase municipal. Além disso, a Direção de Dados Públicos e Comunicação organizou os conteúdos para serem publicados no site oficial da Prefeitura de Comodoro Rivadavia. Expõem-se aqui os métodos utilizados, as principais variáveis abordadas, os resultados alcançados e as recomendações técnicas para melhorar futuras integrações censitárias em nível local.

Palavras-chave: *SIG, Censo, Geoprocessos, Setor censitário, Município.*

INTRODUCCIÓN

La cartografía y la geografía desempeñan un rol central en la construcción de estadísticas. En el contexto actual, donde la demanda de datos georreferenciados se vuelve creciente para planificar políticas públicas, la articulación entre estadística y territorio resulta estratégica. Esta articulación se expresa con claridad en la cartografía estadística, una herramienta que convierte conjuntos de datos en representaciones espaciales, permitiendo reconocer patrones, desigualdades y oportunidades a partir del análisis territorial.

En esta ponencia se expone la metodología llevada a cabo por el equipo técnico de la Municipalidad de Comodoro Rivadavia para el procesamiento de los resultados definitivos del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022, desagregados por radios censales y reorganizados para su análisis a nivel de barrios municipales.

El objetivo fue construir una base de datos geoespacial con información demográfica y socioeconómica organizada por barrios, a partir del trabajo técnico de integración entre los datos censales y los límites catastrales locales, posibilitando así su incorporación a la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) municipal.

ANTECEDENTES

El municipio cuenta con una larga trayectoria en el procesamiento de datos censales.

Tanto con los datos del Censo 2001 como con los correspondientes al Censo 2010, existieron esfuerzos similares por parte de la Dirección General de Modernización para vincular los datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INDEC) con la estructura territorial local. En el año 2002 los datos por radio censal se recibieron en un CD que contenía la base de datos y en el año 2003 fueron sistematizados en archivos de Microsoft Access y de IBM SPSS Statistics.

La información fue publicada en cuadernillos que se distribuyeron en diferentes instituciones y se publicó una página web que permitía visualizar tablas y gráficos.

En el año 2011 la información Censal por municipio se podía procesar desde el sistema Redatam disponible en el sitio de INDEC y, además, se contaba con la IDE de la

Dirección de Estadística y Censos de la provincia del Chubut, que permitía observar los datos demográficos a nivel radio y fracción censal, por lo que se pudo extraer información de algunos barrios agrupados. En ese momento la vinculación espacial de datos era incipiente y la Dirección ya contaba con algunos servicios que permitían visualizar la información de la ciudad disponible en algunos polígonos que incluían los barrios. El avance de estas metodologías en 2022 fue significativo ya que el desarrollo de herramientas SIG logró una mejora sustancial en la cartografía base y en la consistencia de los registros administrativos locales, lo cual facilitó la vinculación entre las unidades censales y los polígonos barriales, aportando valor estratégico para la planificación urbana, social y ambiental de la ciudad.

Como ejemplo podemos mencionar el informe de datos censales y antecedentes del Barrio Cordón Forestal Juan Manuel Feeney, elaborado por solicitud de la Secretaría de Ordenamiento Territorial en conjunto con la Subsecretaría de Planeamiento, Subsecretaría de Tierras y Subsecretaría de Ambiente del Municipio en un diagnóstico de situación a los fines de elaborar nueva normativa de regulación.

DESARROLLO

El trabajo comenzó con la descarga y revisión de los datos del Censo 2022 publicados por INDEC desde REDATAM disponible en su web, los cuales incluyen información detallada a escala de radio censal. A partir de allí, se emprendieron tareas complejas de interpretación cartográfica y técnica, comenzando por la comparación de los límites de radios censales con el catastro municipal.

Antes de avanzar en el desarrollo metodológico es importante detallar las tecnologías y herramientas utilizadas. Para la gestión y el procesamiento de la información geoespacial se utilizó el software QGIS 3.4. Asimismo, se ejecutaron Microsoft Excel y Google Sheets para la organización, depuración y normalización de bases de datos. En cuanto a la visualización interactiva, se implementaron soluciones preliminares mediante plataformas como GitHub, uMap de OpenStreetMap y herramientas desarrolladas en Python, a partir de la librería Geopandas.

La validación de datos fue una etapa crítica que incluyó el control de consistencia territorial, la revisión de errores y la verificación cruzada de fuentes. Una vez conformada la base de datos, el Departamento de Geoestadística diseñó un visualizador web de acceso público, permitiendo explorar mapas temáticos interactivos. Finalmente, los resultados fueron preparados para su publicación en la página web municipal[1] y su integración provista a la IDE municipal.

En 2023 el INDEC publicó a través de su portal geoestadístico la base nacional de radios censales correspondiente al último censo realizado en 2022. En un recurso de investigación publicado por Rodriguez (2024) se menciona que a pesar de la alta calidad de su cartografía en relación a censos anteriores, esta presentaba errores tales como

1 https://www.comodoro.gov.ar/miciudad/

incumplimientos de reglas topológicas, duplicidades, superposiciones y unidades espaciales con ausencia de datos. Es por ello que se publicó la revisión y corrección de la base, una versión mejorada con ajustes hechos mayormente en límites interprovinciales que presentaban errores de topología, además de los anteriormente mencionados.

A partir de la base cartográfica nacional se realizó el recorte espacial del departamento Escalante, el cual contiene al ejido de Comodoro Rivadavia y se identificó el código en común para todos los objetos espaciales: provincia=26 y departamento=021 seguido del número de fracción y radio. Estos valores son los comunes denominadores que presentan todos los códigos correspondientes al ejido de la ciudad y a través de los cuales se realizaron las uniones atributivas.



Figura 1. Base cartográfica de radios censales (INDEC)

Como primera instancia se llevaron a cabo los procesos de unión sólo con los dos indicadores principales: población y viviendas. Una vez conformado y validado el modelo de procesos, este se replicó para cada uno de los indicadores de interés. La siguiente tabla representa un microdato censal del indicador máximo nivel de instrucción alcanzado. Para un radio censal específico, se muestra la distribución de frecuencia, porcentaje y porcentaje acumulado.

En relación a los límites municipales, estos fueron facilitados por la Dirección General de Catastro como grupos de capas multipolígonos para cada barrio y dispuestos en manzanas individuales con su respectiva división parcelaria. Para elaborar una única cobertura que contenga a todos los barrios, primeramente, se realizaron tareas con herramientas de geoproceso para obtener los límites externos para cada uno de ellos. A fin de respetar las principales reglas topológicas, se llevaron a cabo correcciones de

superposición, huecos, pseudonodos y duplicados. De esta forma se prepararon los polígonos para una unión general de los más de 70 barrios y así obtener una única capa con límites claros y precisos, con calidad y coherencia espacial.

Tabla 1

Máximo nivel de instrucción alcanzado	Casos	%	Acumulado %
Sin instrucción	91	9,81%	9,81%
Primario incompleto	136	14,66%	24,46%
Primario completo	65	7,00%	31,47%
Secundario incompleto	248	26,72%	58,19%
Secundario completo	177	19,07%	77,26%
Terciario incompleto	46	4,96%	82,22%
Terciario completo	57	6,14%	88,36%
Universitario incompleto	76	8,19%	96,55%
Universitario completo	19	2,05%	98,60%
Posgrado incompleto	7	0,75%	99,35%
Posgrado completo	3	0,32%	99,68%
Ignorado	3	0,32%	100,00%
Total	928	100,00%	100,00%

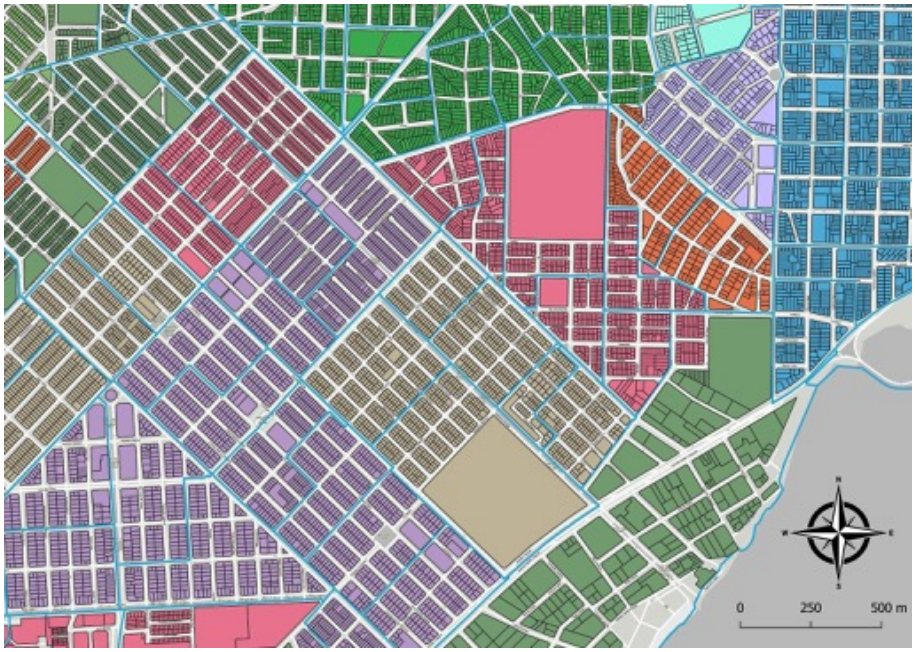


Figura 2. Límites catastrales

Un total de 325 polígonos fue el resultado del recorte espacial de radios censales usando como máscara al ejido de la ciudad. Esta cobertura, a partir de ahora plantilla barrios, fue utilizada para realizar una primera unión atributiva con la base de datos

censales en formato CSV, la cual previamente se corrigió y optimizó desde su formato nativo XLSX. Tanto la plantilla radios como la base de datos censales poseen el campo link, mediante el cual se realizó la unión en el software GIS. A partir de la cobertura vectorial resultante se obtuvo una capa de centroides, la cual fue fundamental para realizar la siguiente etapa de corrección.

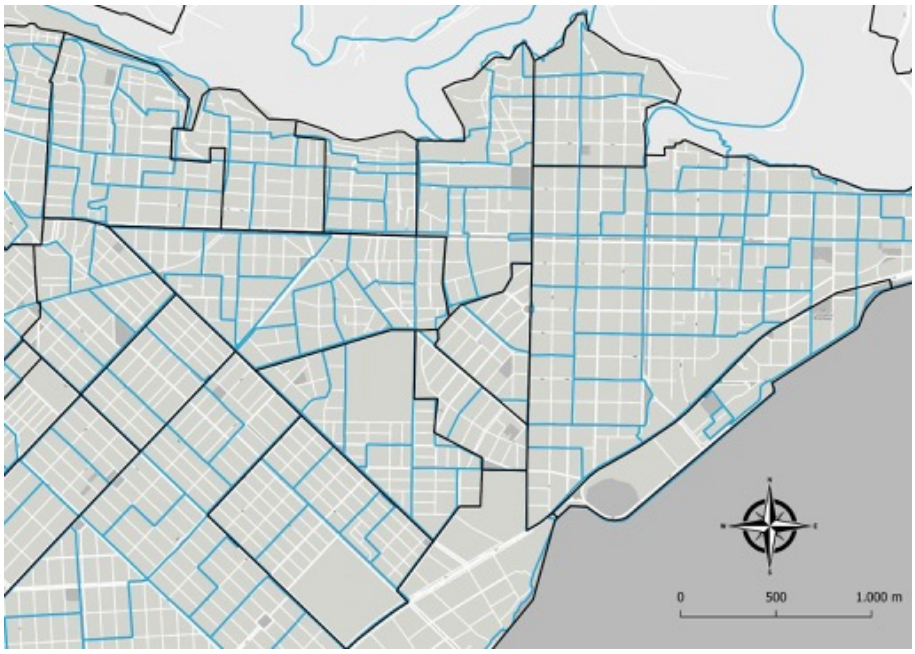


Figura 3. Límites catastrales sobre radios censales

Una herramienta imprescindible para el desarrollo de esta tarea fue la función de unir atributos por localización. Esta permite realizar una operación espacial entre dos capas vectoriales combinando sus atributos en función de una relación espacial predefinida. Habiendo definido la capa objetivo plantilla barrios, se utiliza la capa de referencia centroides de plantilla radios con datos censales definiendo la relación espacial que se evalúa. En este caso, se incluyeron a la primera capa todos los objetos (centroides) que intersecten/estuviesen contenidos dentro de cada polígono de plantilla barrios. Es importante aclarar que previo al uso de esta herramienta, los centroides de los radios, los cuales contienen datos censales, debieron ser corregidos manualmente de forma que efectivamente estén ubicados en su respectivo barrio.

Una vez realizada la unión por localización se obtuvo un archivo que, convertido a formato XLSX, facilitó la visualización de conjuntos de diferentes valores para cada barrio. Esto sucedió debido a un parámetro necesario en la herramienta de unión: crear objetos separados para cada objeto coincidente. Mediante fórmulas de quita de duplicados y sumas con condicionantes se llegó a una primera aproximación a los resultados de los datos censales.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, es conveniente señalar que los polígonos de radios censales no están en perfecta coincidencia geográfica con los límites catastrales locales. En los casos más extremos, hay radios que atraviesan dos o más barrios, por lo que, si se ejecutaran las herramientas sin intervención previa, los resultados tendrían un margen de error mucho mayor. Para resolverlo, se creó una base de datos para la división de radios (y sus datos censales) en porcentaje de población según una revisión manual de polígonos (radios) solapados. Esta incluyó campos con el código de identificación de cada radio, los barrios que lo solapan y el porcentaje de datos cuantitativos que le correspondió a cada barrio. Este porcentaje fue definido en función de la proporción de superficie que cada barrio ocupaba dentro de los radios censales, estimada mediante la interpretación visual de imágenes satelitales. De esta forma, se asignó a cada radio solapado el porcentaje correspondiente según la extensión que ocupaba en cada barrio. Este procedimiento, de carácter empírico y manual, se llevó a cabo para cada uno de los indicadores censales trabajados y permitió ajustar los datos a la realidad, minimizando así posibles errores.

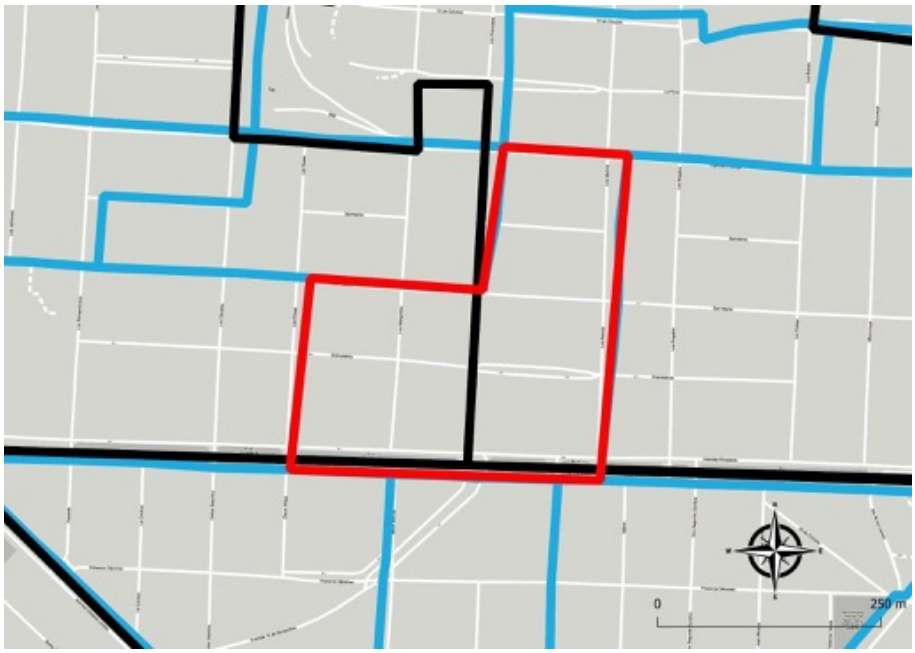


Figura 4. Solapamiento de un radio censal sobre dos barrios

La Figura 5 muestra un resumen del conjunto de metodologías desarrolladas. A través del modelo de procesos establecido se definieron criterios y procedimientos uniformes a fin de garantizar la compatibilidad, calidad y coherencia en los resultados. Esta estandarización técnica alcanzada garantiza la replicabilidad del proceso y sienta las bases para futuras tareas de análisis territorial en el municipio. Este tipo de desarrollos mejora sustancialmente la disponibilidad de información para la toma de decisiones basadas en evidencia.

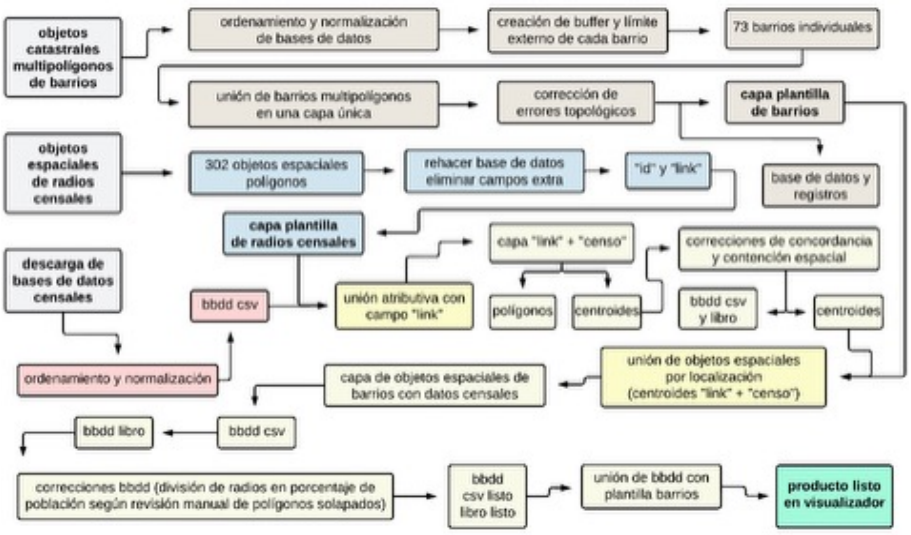


Figura 5. Modelo de procesos: unión de límites catastrales y radios censales no coincidentes con datos cuantitativos

RESULTADOS OBTENIDOS

Como resultado del proceso se logró la elaboración de una base de datos geoespacial con información censal por barrio, incluyendo los principales indicadores de población, viviendas y hogares.

El mapeo interactivo de datos censales es muy atractivo cuando se presenta en nubes de puntos y coropletas a una pequeña escala y de obtención simple como lo es la representación en radios; el abanico de opciones se abre cuando el municipio tiene a su disposición información estadística actualizada y discriminada por límites barriales, esenciales para el entendimiento de la distribución poblacional y todas sus complejidades.

Se construyeron 74 polígonos barriales consolidados con sus respectivos valores censales, lo que dio origen a una nueva capa de información demográfica integrada al sistema municipal. Estos datos se presentan de forma integrada en una herramienta de visualización interactiva, disponible al público general.

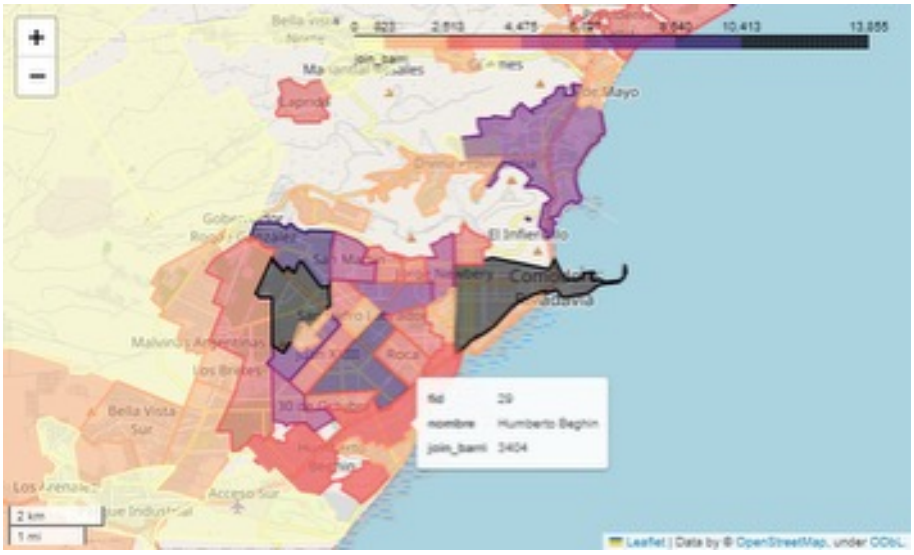


Figura 6. Prueba de datos finales en un visualizador interactivo

DISCUSIÓN

Uno de los mayores desafíos fue la correspondencia entre radios censales y límites barriales, ya que no existe una equivalencia directa entre ambas unidades. Esto exigió un análisis minucioso de planos y archivos, así como decisiones metodológicas sobre cómo delimitar ciertos espacios urbanos. La validación de los datos, como lo señalamos anteriormente, resultó clave para asegurar la coherencia y confiabilidad del conjunto.

La implementación del visualizador planteó desafíos de accesibilidad, selección de variables clave y diseño comprensible para distintos niveles de usuarios. El valor institucional de esta tarea es alto: contar con datos confiables, actualizados y desagregados potencia la planificación estratégica, la focalización de recursos y el monitoreo de políticas públicas con mayor precisión territorial.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El procesamiento de los datos del Censo 2022 a escala barrial permitió construir una herramienta potente para el análisis territorial de Comodoro Rivadavia. La experiencia de procesamiento a nivel local permite reflexionar sobre varios ejes.

En primer lugar, revela la importancia de articular distintas fuentes de información: la cartografía censal nacional, el catastro municipal, los registros de urbanización informal y otras bases existentes.

También, pone en evidencia el valor de contar con perfiles técnicos especializados dentro del Estado local. La capacidad de desarrollar visualizadores, bases de datos, y herramientas de análisis no es un atributo menor: permite a la gestión contar con productos estratégicos en momentos clave de toma de decisiones

Por último, muestra cómo la publicación de estos datos puede fortalecer la transparencia, la participación y la rendición de cuentas. Al permitir que cualquier actor local acceda a los datos de su barrio se democratiza el conocimiento y se habilita una ciudadanía más informada.

REFERENCIAS

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. (2023). *Censo 2022*. https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-2-41-165

RODRIGUEZ, G. M. (2024). *Base cartográfica de radios del censo argentino 2022: Primera versión revisada y corregida para uso en Sistemas de Información Geográfica* [Dataset]. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. http://hdl.handle.net/11336/238198

Sistema de Información Ambiental de Luján

Avances tecnológicos y procedimentales para la integración con la IDE-Luján (Buenos Aires, Argentina)

Luján Environmental Information System Technological and Procedural Advances for Integration with the Luján SDI (Buenos Aires, Argentina)

Sistema de Informação Ambiental de Luján Avanços tecnológicos e procedimentais para a integração com a IDE-Luján (Buenos Aires, Argentina)

*Daniel E. Lanson *[1], Rocio Nieto[2], Marcelo Mojica[1], Juan Manuel Fernández[3], Adriana Rosenfeld[1], Alicia N. Iglesias[1].*

1 Universidad Nacional de Luján (UNLu), Dto. Cs. Sociales – PPI-DLS; 2 Universidad Nacional de Luján (UNLu); 3 Universidad Nacional de Luján (UNLu), Dto. Cs. Básicas – LICDIA.
**email: lansonde@yahoo.com*

Resumen: La ponencia breve que se propone presenta avances en el marco del proyecto de extensión de la Universidad Nacional de Luján con el Municipio de| Luján, bajo el que se desarrolla el Sistema de Información Ambiental Integrada de Luján. Dicho sistema consta de una plataforma para la gestión de información ambiental del Partido de Luján, que integra entre sus fuentes de datos a la Infraestructura de Datos Espaciales del Municipio de Luján, diseñada y desarrollada en el marco del mismo proyecto. Así, el sistema se propone como herramienta de publicación de información ambiental apta para su uso en el diseño, planificación, ejecución, monitoreo y evaluación de acciones y gestiones (en el sector público y privado) orientadas al desarrollo sostenible. Su desarrollo, tecnológico y de contenidos, se propone promover la producción de un conocimiento

usable en la gobernanza ambiental local. Con ello se espera que resulte una referencia informacional para profesionales, funcionarios, integrantes de organizaciones públicas y privadas, para la comunidad universitaria y la población en general interesada en los temas ambientales locales. En este marco, se presentan aquí avances basados en la conceptualización de la información ambiental que fundamentan el diseño de la herramienta y la implementación de un procedimiento para la publicación de datos espaciales disponibles en diversas fuentes.

Palabras clave: *sistema de información ambiental, herramientas de gestión, Luján.*

Abstract: This brief paper presents advances within the framework of the extension project between the National University of Luján and the Municipality of Luján, under which the Integrated Environmental Information System of Luján is being developed. This system consists of a platform for managing environmental information for the Luján District, which integrates among its data sources the Spatial Data Infrastructure of the Municipality of Luján, designed and developed within the same project. Thus, the system is proposed as a tool for publishing environmental information suitable for use in the design, planning, execution, monitoring, and evaluation of actions and management (in both public and private sectors) oriented toward sustainable development. Its development, both technological and content-based, aims to promote the production of usable knowledge in local environmental governance. It is expected to serve as an information reference for professionals, officials, members of public and private organizations, the university community, and the general population interested in local environmental issues. In this context, this paper presents advances based on the conceptualization of environmental information that underpin the tool's design and the implementation of a procedure for publishing spatial data available from various sources.

Keywords: *environmental information system, management tools, Luján.*

Resumo: A comunicação breve que se propõe apresenta avanços no âmbito do projeto de extensão da Universidade Nacional de Luján com o Município de Luján, sob o qual se desenvolve o Sistema de Informação Ambiental Integrada de Luján. Esse sistema consiste em uma plataforma para a gestão de informação ambiental do Partido de Luján, que integra entre suas fontes de dados a Infraestrutura de Dados Espaciais do Município de Luján, desenhada e desenvolvida no âmbito do mesmo projeto. Assim, o sistema se propõe como ferramenta de publicação de informação ambiental apta para seu uso no desenho, planejamento, execução, monitoramento e avaliação de ações e gestões (no setor público e privado) orientadas

ao desenvolvimento sustentável. Seu desenvolvimento, tecnológico e de conteúdos, se propõe promover a produção de um conhecimento utilizável na governança ambiental local. Com isso, espera-se que resulte uma referência informacional para profissionais, funcionários, integrantes de organizações públicas e privadas, para a comunidade universitária e a população em geral interessada nos temas ambientais locais. Neste marco, apresentam-se aqui avanços baseados na conceituação da informação ambiental que fundamentam o desenho da ferramenta e a implementação de um procedimento para a publicação de dados espaciais disponíveis em diversas fontes.

Palavras-chave: *sistema de informação ambiental, ferramentas de gestão, Luján.*

INTRODUCCIÓN

El Sistema de Información Ambiental Integrada de Luján es el resultado de una sucesión de proyectos en el ámbito de la Universidad Nacional de Luján (UNLu), que inicia en primera instancia con un trabajo final de Especialidad en Teledetección y SIG de la UNLu (Lanson, 2011), y continúa con una tesis doctoral con orientación en Ciencias Sociales y Humanas de la UNLu (Lanson, 2018). Posteriormente, estos dos trabajos se constituyen en antecedentes importantes del proyecto de extensión Sistemas de Información Ambiental Integrada para la gestión pública del Partido de Luján, ejecutado entre 2019 y 2022, que adopta al Municipio de Luján como contraparte. Este proyecto se encuentra actualmente en una segunda etapa (2023-2026) focalizada en la implementación de un stack (paquete integrado) tecnológico estándar en el municipio que pudo materializarse con equipamiento y desarrollo adquirido mediante el Fondo de Innovación Tecnológica de la Provincia de Buenos Aires (FITBA), gestionado por la Subsecretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación del Ministerio de Producción, Ciencia e Innovación Productiva de la Provincia de Buenos Aires. Esta secuencia de proyectos tiene como denominador común la búsqueda de atender la histórica carencia de herramientas de gestión pública para el desarrollo sustentable de escala local, especialmente en lo relativo a la publicación e integración de información ambiental.

Actualmente, como respuesta de extensión de la UNLu orientada a dicha problemática, el SIAI (Sistema de Información Ambiental de Luján) consta de una solución tecnológica que se ofrece como repositorio integrador de información ambiental de interés para diversos tipos de usuarios: funcionariado, profesionales, comunidad académica y población interesada en temas ambientales locales. Dicha información se constituye mediante el procesamiento de datos de diversas fuentes, entre las que se destacan las IDE oficiales a nivel municipal, provincial y nacional. Además, se prevé la ampliación de sus funcionalidades mediante la integración de tecnologías complementarias basadas en el aprendizaje automático y la inteligencia artificial (en desarrollo mediante proyectos de investigación interdepartamentales de la misma universidad).

A continuación, se describen la conceptualización de la información ambiental sobre la que se fundamenta el diseño del SIAI, ciertas características técnicas relevantes a comunicar en estas jornadas como resultados, a saber, el procedimiento para la producción y publicación de contenidos basados en datos de las IDE; y algunas conclusiones al respecto.

MÉTODOS Y FUENTES UTILIZADOS

La presentación de los avances del SIAI que proponemos, por la centralidad que otorga a la información ambiental, amerita una breve revisión sobre tal concepto, habitualmente difuso. Tal reflexión parte de reconocer a la información ambiental como información relativa al ambiente (emergente de la relación sociedad-naturaleza culturalmente organizada) para avanzar hacia una definición que supere el mero conjunto datos y reconozca el carácter ontológico de eso que es la información ambiental, en aras de entender cómo es la dinámica operativa de sus procesos de producción y comunicación/publicación.

En ese sentido, remarcamos la importancia de entender a los datos como una representación simbólica relativa a un atributo específico de una entidad, pero que ignora el sentido que estos generan al insertarlos en un marco organizativo contextualizado según un objetivo comunicacional. Es decir, al transformarlo en información.

Ahora, esta transformación es central en la gestión de la información, más en estos tiempos de aprendizaje automático e inteligencia artificial, donde el objetivo buscado a la hora de informar refuerza el carácter intencional de dicha transformación de datos en *signos portadores de sentido*, que se ponen a circular en el marco de una acción donde un sujeto se propone significar *algo* a otro. Un otro que puede ser más o menos conocido, puede o no ser un semejante, pero que es siempre un otro, no es igual. Ese intercambio de signos interpretables existe sólo en aquellos que los hacen circular, en el momento y el contexto en que la información circula y se usa como parte de una narrativa (Lanson, 2024).

Esa instancia de contextualización y organización de los datos -transformación en información- implica un recorte fenomenológico, intencional, del carácter poliscópico de ese sistema complejo al que la información ambiental hace referencia (el ambiente). Son el resultado de un enfoque, una mirada, un recorte; más o menos representativo de eso que se quiere mostrar, pero no puede representar al sistema complejo en su totalidad. Entonces, cobra especial relevancia reconocer dicha intencionalidad en la producción y publicación/comunicación de la información ambiental, invitando a incorporar prácticas critico-reflexivas en su gestión que atiendan a su integridad, a su pertinencia y a los aspectos éticos involucrados en su ciclo de vida.

En este marco, se planteó una estrategia comunicacional para el SIAI que se materializa en la implementación de un paquete de tecnologías que posibilitan un procedimiento en el que se asignan instancias reflexivas a roles específicos. Entonces, a partir de ello, se describe aquí la versión en actualización del SIAI, desde dos líneas de trabajo: una focalizada en lo tecnológico y otra sobre los contenidos.

Avances en lo tecnológico

Se implementó el paquete tecnológico estándar habitualmente recomendado para desplegar una base de datos espaciales sobre la que operan herramientas de carga/edición y publicación de datos espaciales relevantes para la posterior producción de información ambiental de interés para la gestión ambiental. Según puede verse en la Figura 1, este paquete está compuesto por:

- PostgreSQL: sistema gestor de bases de datos relacional, robusto y ampliamente utilizado.
- PostGIS: extensión espacial para PostgreSQL que permite almacenar, procesar y consultar datos geoespaciales.
- GeoServer: aplica protocolos estándar (WMS, WFS, etc.) y actúa como un intermediario entre la base de datos espacial (PostgreSQL/PostGIS) y los clientes que consumen (QGIS) y visualizan la información (Leaflet).
- QGIS: software cliente de escritorio que permite la edición, el análisis y la visualización de datos geoespaciales. QGIS se conecta directamente a la base de datos (a través del complemento PostGIS) para editar los datos espaciales de las tablas.
- Leaflet: biblioteca JavaScript para mostrar mapas en aplicaciones web. Se conecta (vía servicios de GeoServer) para representar la cartografía en un navegador.



Figura 1. Paquete tecnológico implementado
Fuente: elaboración propia.

Este paquete permite múltiples publicaciones que, en nuestro caso, comprenden un visor de mapas municipal (integrado al portal de datos abiertos municipal) y publicaciones de mapas temáticos relevantes para la producción de los contenidos del SIAI.

Estos últimos se integran al sistema en aras de potenciar la producción de información ambiental usable, a partir de un procedimiento desarrollado ad- hoc (disponible en la sección resultados), mediante el gestor de contenidos Drupal. De esta manera, el paquete tecnológico desplegado en el municipio se complementa con la plataforma del SIAI para una integración de los datos espaciales en sus contenidos de manera supervisada.

Avances en la producción de contenidos

En relación a los contenidos, las experiencias previas mostraron dificultades en lo operativo que promovieron la migración desde un modelo de producción de contenidos plenamente participativo (tipo wiki) a una propuesta afín a la de un medio de comunicación basado en una plataforma digital. Este pasaje permitió soslayar las disparidades en los contenidos resultantes de las distintas voluntades, disponibilidades y motivaciones para la participación de los productores de contenidos, y para incorporar una instancia de procesamiento que realice la transformación de las fuentes en información ambiental usable para los públicos/destinatarios del sistema.

Tal instancia de procesamiento -que, como veremos más adelante, se materializa en un procedimiento- se fundamenta en el concepto de máquina mediática propuesto por Patrick Charaudeau (2003), el cual permite analizar y comprender las particularidades de la producción, con sus objetivos a diferentes niveles; la circulación de los contenidos en el marco de un sistema web y la definición de sus blancos (habitualmente concebidos como objetivo o target), y reconoce también la co-intencionalidad en la construcción discursiva elemental para entender la interrelación entre la producción y la recepción como sistema (Figura 2).



Figura 2. Máquina Mediática aplicada al caso del SIAI
Fuente: elaboración propia en base a Charaudeau (2003).

Entonces, siguiendo los planteos de Charaudeau (2003), los procesos de configuración del sentido que porta la información ambiental publicada recorren tres lugares: el primer lugar, la instancia de producción, está vinculado con las condiciones de la enunciación y producción del contenido, donde la intencionalidad conlleva efectos propuestos -económicos, políticos, sociales, ambientales- por los titulares del sistema (Universidad Nacional de Luján - Municipio de Luján). Estos efectos se expresan como efectos pretendidos en los productores de la información (el proyecto). Aquí juegan un papel importante las intencionalidades, asociadas principalmente a cómo llegar al blanco con un discurso construido en función del sentido que se pretende aportar con el contenido producido y puesto en circulación. Por ello, aquí se ponen en juego cuestiones relativas a la calidad de la información y al resguardo de la propiedad intelectual.

Un segundo lugar, la instancia de circulación, es donde se realiza la producción y circulación del contenido (publicación), es donde los efectos propuestos ligados a su realización devienen en posibles a partir de su inserción como producto mediático en el sistema (contenidos generados y revisados, publicados en el SIAI). Este lugar de Construcción del Discurso se caracteriza por una problemática semiodiscursiva en la que se hace efectiva la interrelación entre las hipótesis sobre las capacidades de interpretación de un blanco posible ideal y las posibilidades del contenido producción/puesto en circulación como portador de sentido en un medio concreto (el SIAI). Por ello, al tratarse de una plataforma web, es fundamental que la información esté organizada y presentada en base a una estrategia orientada al blanco diseñado; y no como un mero catálogo o depósito de datos/productos. En nuestro caso, el SIAI organiza los contenidos según enfoques orientados a una lectura fenomenológica del ambiente que da fundamento a la elección y configuración de los diversos formatos utilizados para presentar los datos disponibles (incluidos los datos espaciales publicados en las IDE).

El tercer lugar, de recepción, es donde el contenido se recibe e interpreta; donde la información ambiental es recibida por parte de los usuarios reales del SIAI. Aquí es donde la comunicación se hace efectiva, y donde emergen las diferencias entre el blanco conceptualizado y el público real, concreto. Aquí, los efectos supuestos, asociados al blanco, devienen efectos producidos en el público real, usuarios/consumidores de la información.

Entonces, siguiendo la conceptualización de la máquina mediática planteada por Charaudeau, es importante que los contenidos sean elaborados en base a conocimientos relevados y seleccionados atendiendo al sentido pretendido para cada nodo[1], acorde al blanco específico predefinido.

1 El gestor de contenidos Drupal llama nodos a los elementos de contenido que lo componen, basados en una página de visualización y un elemento de menú para su acceso. En el SIAI, cada nodo puede comprender múltiples elementos en diversos formatos relativos a los datos utilizados para su producción.

Retomando la definición planteada al inicio, vale señalar la importancia de entender a la edición como un proceso de integración de datos que va más allá del mero acopio y/o catalogado, que requiere una identificación y selección de los datos relevados para luego transformarlos (a veces también traducirlos), agruparlos y organizarlos de manera tal que porten sentido. Esto implica una decisión de recorte, no solo como extracto de lo relevado sino también en tanto interpretación fenomenológica desde su enfoque.

Entonces, la edición comprende una organización y transformación de datos para producir información que sea de utilidad para los usuarios del sistema sin perder la validez y pertinencia del conocimiento original (transmisión). Aquí la tecnología juega un rol fundamental, tanto por la posibilidad de asignar roles y permisos en el marco de un procedimiento, como por la flexibilidad que permite para integrar diferentes formatos en un mismo nodo. Además, la integración de visores de mapas que recuperen información espacial de diversos geoservicios es una oportunidad para mantener actualizado el contenido, en sintonía con el recupero de datos del portal de datos abiertos municipal.

RESULTADOS

Como resultado de integrar ambas líneas de trabajo encontramos al SIAI como máquina mediática consolidada, que deviene en una herramienta apta para su uso en las tareas cotidianas de quienes lo usan. Gracias a su configuración, estos podrán acceder y analizar información ambiental integrada a partir de diversas fuentes de datos, organizada desde diferentes perspectivas propias de lo técnicamente requerido en ámbitos gubernamentales, de consultoría profesional y/o académicos (sin desmedro del libre acceso a la información por parte de quien la requiera). Entonces, como resultado de los avances realizados a la fecha de esta presentación, puede señalarse la implementación de un procedimiento para la producción de contenidos con los respectivos roles y permisos asignables a cada persona usuaria del sistema.

Para facilitar el entendimiento, se presenta primero el listado de roles y permisos, y luego el procedimiento en el que estos participan.

Roles y permisos

Para la implementación del procedimiento que organiza la gestión de información ambiental en el SIAI, se definen los siguientes roles:

- Contenidistas: su función es buscar e interpretar documentos, informes, portales de datos, geoservicios e IDE artículos y publicaciones académicas que puedan tener datos ambientales de interés para el SIAI. Identificada la información relevante, la procesan con el objeto de integrarla al sistema a partir de la creación y/o edición de un nodo. Su perfil no tiene requerimientos de programación, ya que el sistema ofrece una operación amigable, pero se requiere que cuente con los conocimientos básicos

de los campos disciplinares abordados por el nodo sobre el que operan.

• Revisoras/es: se encargan de revisar, previo a su publicación, los contenidos creados o editados por Contenidistas con el objeto de evitar errores, confusiones e incongruencias. Su evaluación define si el contenido es apto para su publicación o si requiere correcciones, las que son eventualmente informadas a la/el Contenidista a cargo. El perfil requerido para este rol es de profesionales con trayectoria académica reconocida, ya que su criterio y su accionar inciden en la calidad de la información publicada.

• Receptoras/es: son los usuarios finales que hacen uso del sistema al consumir los contenidos publicados. Como definición comunicacional de blanco, estos son funcionarios y autoridades del Municipio de Luján, profesionales que requieran información ambiental sobre Luján para sus labores; estudiantes, docentes, investigadores y extensionistas universitarios, así como vecinos de Luján (o localidades vecinas) en busca de información ambiental local.

• Administradoras/es: es quien administra el sistema, genera usuarios y otorga permisos, organiza secciones, instrumentos de navegación interna y/o módulos para formatos específicos requeridos para una mejor recepción de los contenidos. Es quien coordina el desarrollo para el cumplimiento de nuevos requerimientos funcionales.

• Director/a: se encarga de dirigir el proyecto, de coordinar a Contenidistas y Revisores, de distribuir los temas asignados, de informar al administrador de los permisos a otorgar a cada quién, de planificar y elaborar hojas de ruta para nuevas funcionalidades, de gestionar los recursos en general.

• Fuentes de información: son quienes generan datos ambientales y los publican a través de diversos medios y formatos, sean en informes institucionales, artículos académicos o periodísticos, como datos abiertos en el ámbito de organismos oficiales, etc. Este rol no forma parte del procedimiento, pero es importante concebirlo en aras de reconocer las fuentes de la información utilizada en el sistema. Dichas fuentes suelen ser principalmente investigadores y/o estudiantes académicos, organismos públicos (Datos abiertos e IDE-Luján, IDEBA, IDERA, INDEC, IGN, DPE, entre otros), instituciones privadas (consultoras, centros de estudios, etc.) entre otros.

En todo caso, resulta menester que las personas que actúan como usuarios del sistema, en función de sus respectivos roles, comprendan la lógica de circulación del sentido que portará la información que integran en cada caso. A saber, deben comprender a quién le hablan, que es lo que están diciendo, cual es el alcance de los datos integrados, cuál es la calidad de la información generada, etc.

Procedimiento para la publicación de contenidos

En líneas generales, un procedimiento refiere a una serie de pasos o acciones definidas y estructuradas a fin de llevar a cabo una tarea específica. Sean las acciones que lo componen, es esperable que un procedimiento pueda garantizar la consistencia, efec-

tividad[2] y seguridad en la gestión de la información, guiando un recorrido coherente. En el marco del SIAI, la elaboración de un procedimiento responde principalmente a la necesidad de estandarizar la producción, actualización y publicación de sus contenidos, y así agregar transparencia al sistema, organizar el accionar de los miembros del proyecto y permitir a sus usuarios conocer los aspectos que sean de su interés a la hora de evaluar la calidad y usabilidad de la información disponible. En este sentido, nuestro procedimiento contempla la distribución de tareas entre la producción y actualización de los contenidos, la revisión y validación previa a su publicación, la administración del sistema y la dirección del proyecto.

A fin de facilitar la comprensión de la dinámica del procedimiento, cabe recordar que el SIAI se basa en un gestor de contenidos cuya unidad elemental son los nodos, a partir de los cuales se organizan los contenidos que se ofrecen mediante diferentes formas de acceso (menús, destacados, buscador interno y se encuentra en desarrollo un chat que opera mediante un modelo de lenguaje natural).

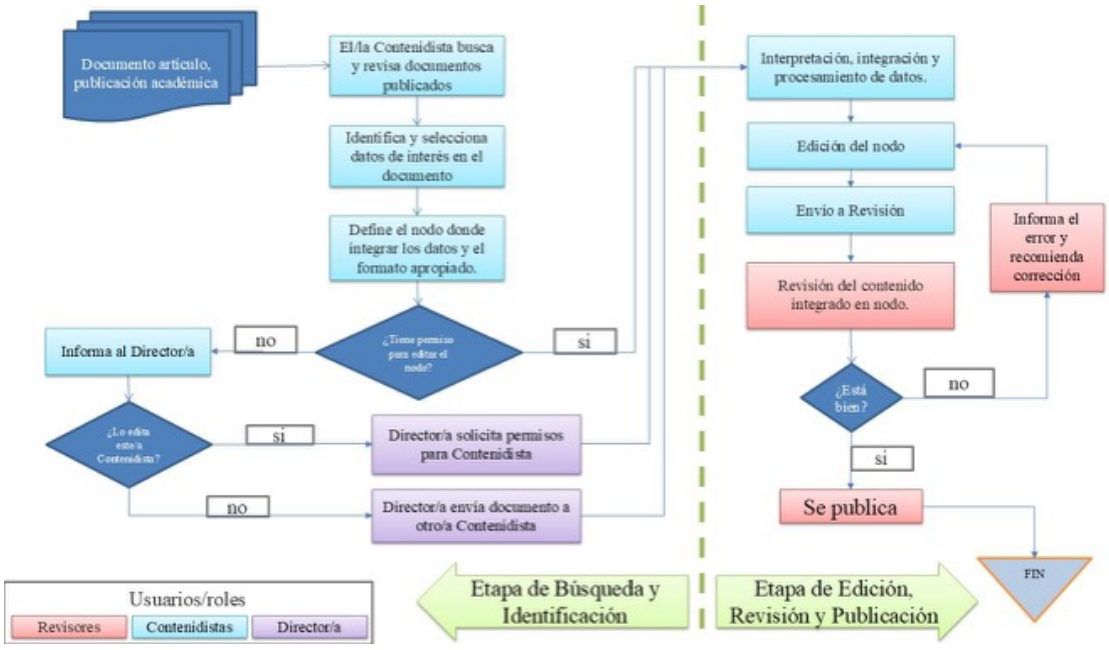


Figura 3. Diagrama de flujo del procedimiento
Fuente: elaboración propia.

El procedimiento[3] desplegado para los contenidos del SIAI contempla las acciones que se describen en el diagrama de flujo de la Figura 3. Sintéticamente, un Contenidista ac-

2 Se entiende como efectividad a la unión de eficiencia y eficacia; es decir, a la busca de lograr un efecto deseado (eficacia), en el menor tiempo posible y con la menor cantidad de recursos (eficiencia).

3 El procedimiento es resultado del trabajo realizado por Rocio Nieto, estudiante del Seminario "Información y Territorio. Fundamentos, Prácticas y Tecnologías para su Gestión", en el Profesorado de Geografía de la UNLu, en el 1er cuatrimestre del 2024.

cede a cierto documento, artículo o publicación académica (fuente externa) de la que identifica y selecciona los datos ambientales relevantes para integrar al sistema, reconociendo sus datos, metadatos y el sentido que portarían. Toma los aportes o cuestiones de relevancia que sirvan a la mejora, profundización y/o actualización de un nodo, los procesa según el carácter de la información seleccionada y luego, si tiene permisos necesarios, lo edita y envía a revisar. En caso de no tener permisos, informará al Director/a, quien definirá si se le asignan los permisos o lo deriva a otro/a Contenidista. En caso de asignarle permisos, el Director/a solicita al administrador/a que le asigne permisos o un rol (que comprende un conjunto de permisos sobre uno o más nodos).

Una vez recibido por la/el Revisor, este revisa el contenido de cara a su aprobación y publicación. Si el/la Revisora identifica que hay aspectos a mejorar o errores, informará a la/el Contenidista para que retome la edición del artículo y lo envíe nuevamente a Revisión.

CONCLUSIONES

Así planteado, el SIAI resulta una herramienta apta para su uso en la gobernanza ambiental del Partido de Luján, donde intervienen el funcionariado municipal, provincial y nacionales, concejales, profesionales de diversas disciplinas, consultores avocados a cuestiones relativas al ambiente y la comunidad académica. También referentes sociales y residentes locales interesados en la temática ambiental a escala local y de la cuenca del río Luján, tanto de la comunidad local como de otros partidos circundantes. A su vez, el procedimiento propuesto invita a reflexionar sobre los aspectos puestos en juego a la hora de gestionar información ambiental, algunos de los cuales se plantean a continuación.

• Estandarización de procesos y roles: un aspecto clave en la gestión de información ambiental es contar con procedimientos claros y bien definidos orientados a asegurar la calidad, coherencia y relevancia de los contenidos. El SIAI desarrolla un enfoque estructurado que incluye la definición de roles y responsabilidades claras (contenidistas, revisoras/es, administradoras/es, directoras/es), lo cual busca minimizar errores y asegurar la transparencia en la producción y publicación de información. Este enfoque representa un aporte replicable en otros sistemas de información ambiental en aras de mejorar su organización y eficacia para la toma de decisiones.

• Calidad de la información: los avances presentados representan un paso más en el reconocimiento de la importancia de seleccionar y procesar información ambiental desde una perspectiva epistemológica clara, situada y posicionada. La reflexión sobre las formas de producción y calidad de la información, en sintonía con la propuesta de Funtowicz y Ravetz (1993) resulta relevante para transparentar las incertidumbres técnicas, metodológicas y epistemológicas. Este aporte invita a desarrollar sistemas de información ambiental que prioricen la integridad y claridad de las fuentes utilizadas, lo que, en el caso presentado, se ve reflejado en la integración con el portal de datos abiertos y las IDE municipal, provincial y nacional.

• Adaptación de los contenidos al público objetivo: la relevancia de los contenidos del SIAI está directamente vinculada a su adecuación al público objetivo, que incluye tanto a profesionales y académicos como a funcionarios y técnicos municipales, sin por ello cerrarse a otros interesados. Se subraya la importancia de considerar la intencionalidad del emisor y la percepción del receptor en la producción de la información. En este sentido, en contextos de gestión de información ambiental, resulta crucial adaptar los contenidos según las necesidades y capacidades de los distintos actores involucrados en la toma de decisiones.

• Interacción entre información científica y política pública: el SIAI propone un enfoque práctico donde la información generada y gestionada está orientada a la gobernanza ambiental en general, a la producción de conocimiento en ámbitos académicos, al accionar profesional, a la toma de decisiones en el ámbito de las políticas públicas locales y a la información de la población interesada. Este enfoque enfatiza la necesidad de que los sistemas de información ambiental no estén orientados exclusivamente a una producción de conocimiento aislada, sino que faciliten su uso directo en la gobernanza ambiental en aras de promover el desarrollo sostenible.

• Tecnologías de gestión de información ambiental: el uso de tecnologías basadas en gestores de contenidos permite organizar de manera eficiente grandes volúmenes de datos ambientales, facilitando el acceso y la navegación para distintos usuarios, tanto quienes producen y revisan los contenidos, como quienes los consumen. Este tipo de soluciones tecnológicas son indispensables para la gestión de la información ambiental en el sistema técnico digital en que vivimos, y es menester orientar su integración a la promoción del acceso a información ambiental confiable.

• Articulación extensión-investigación para la incorporación de avances tecnológicos: la articulación del proyecto de extensión en que se enmarca el SIAI con el Proyecto de Investigación Interdepartamental (PIMeI, UNLu) Generación de herramientas de extracción de información ambiental mediante técnicas de aprendizaje automático, a partir de bases de datos textuales. Su aplicación al caso del Municipio de Luján, posibilita el ajuste fino (fine tuning) de un modelo de lenguaje de escala para el acceso a información mediante un servicio de chat a partir del cual el agente conversacional inteligente pueda responder las preguntas de sus usuarias y usuarios. Además, en esta articulación de proyectos se está trabajando en la incorporación de herramientas de inteligencia artificial para la asistencia a la generación de contenido.

Estas conclusiones señalan un camino de continuidad para el proyecto presentado en un contexto de constante cambio tecnológico, marcando ejes de reflexión que aportan especificidad a las acciones planificadas y fortalecen su orientación a los objetivos planteados para el SIAI-Luján.

REFERENCIAS

CHARAUDEAU, P. (2003). *El discurso de la información: La construcción del espejo social*. Gedisa

FUNTOWICZ, S., & RAVETZ, J. R. (1993). *Epistemología Política: Ciencia con la Gente*. Centro Editor de América Latina.

LANSON, D. (2011). Nuevas Tecnologías para la Información Ambiental: Hacia la creación de un sistema integrador de información ambiental. *Anuario de Geografía,* 8(2010-2011). Universidad Nacional de Luján

LANSON, D. (2018). I*ntegración de Tecnologías Audiovisuales (TAV), Técnicas Cualitativas (TCl) y Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el análisis de factores socioculturales y ambientales relativos a la calidad de vida de la población. El caso del Municipio Partido de Luján, Provincia de Buenos Aires* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Luján]. Repositorio Digital Institucional de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Luján https://ri.unlu.edu.ar/xmlui/handle/rediunlu/1919

LANSON, D. (2024). Presentación: ¿Qué entendemos por información ambiental?. *Red Sociales, Revista del Departamento de Ciencias Sociales*, 11(5). https://drive.google.com/file/d/15AZc6E1OEqrtR_LkSNg42O5eorTsQWjC/view

PÓSTERS CIENTÍFICOS

Estimación de biomasa mediante un enfoque multi-sensor

Biomass Estimation through a Multi-Sensor Approach

Estimativa de Biomassa mediante uma Abordagem Multi-Sensor

Facundo Boladeras[*1,2], Fernando Tentor[1], Pablo Aceñolaza[2] y Walter Sione1*

1 Centro Regional de Geomática, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Autónoma de Entre Ríos (UADER); 2 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).
** facuboladeras@gmial.com*

Resumen: Este trabajo presenta una metodología sencilla y accesible para la estimación de biomasa aérea a través de la integración de teledetección multisensor y aprendizaje automático utilizando para ello herramientas de código abierto. Se emplean las huellas GEDI (*Global Ecosystem Dynamics Investigation Lidar*), que proporcionan valores puntuales de biomasa aérea en áreas de aproximadamente 25 m de diámetro como variable predictora. Cada huella se intersecta con información de múltiples bandas espectrales y de RADAR (*Radio Detection And Ranging*) generadas en la plataforma Google Earth Engine. La información resultante se exporta en formato CSV (*Comma Separated Values*) para el posterior entrenamiento de modelos de machine learning mediante la librería *scikit-learn* en Python. Finalmente, el modelo entrenado se serializa y se integra nuevamente en Google Earth Engine para la generación de mapas continuos de biomasa aérea. La sinergia entre Python y Google Earth Engine facilita la experimentación local y la inferencia a escala en la nube, aprovechando la capacidad de cómputo distribuido de Earth Engine y la flexibilidad del ecosistema Python para el manejo y análisis de datos. Esta propuesta ofrece una vía eficiente y de bajo costo para obtener información crucial sobre la biomasa aérea en nuestros ecosistemas.

Palabras clave: *biomasa, multi-sensor, GEDI, Google Earth Engine.*

Abstract: This paper presents a straightforward and accessible methodology for above-ground biomass estimation through the integration of multi-sensor remote sensing and machine learning using open-source tools. GEDI (Global Ecosystem Dynamics Investigation) lidar footprints are employed, providing point-based above-ground biomass values within areas of approximately 25 m in diameter as the predictor variable. Each footprint is intersected with information from multiple spectral bands and RADAR (Radio Detection And Ranging) generated on the Google Earth Engine platform. The resulting information is exported in CSV (Comma Separated Values) format for subsequent training of machine learning models using the scikit-learn library in Python. Finally, the trained model is serialized and re-integrated into Google Earth Engine for the generation of continuous above-ground biomass maps. The synergy between Python and Google Earth Engine facilitates local experimentation and cloud-scale inference, leveraging Earth Engine's distributed computing capacity and the flexibility of the Python ecosystem for data handling and analysis. This approach offers an efficient and low-cost pathway to obtain crucial information about above-ground biomass in our ecosystems.

Keywords: *biomass, multi-sensor, GEDI, Google Earth Engine.*

REFERENCIAS

DUBAYAH, R., BLAIR, J. B., GOETZ, S., FATOYINBO, L., HANSEN, M., HEALEY, S., HOFTON, M., HURTT, G., KELLNER, J., LUTHCKE, S., ARMSTON, J., TANG, H., DUNCANSON, L., HANCOCK, S., JANTZ, P., MARSELIS, S., PATTERSON, P. L., QI, W., & SILVA, C. (2020). The Global Ecosystem Dynamics Investigation: High-resolution laser ranging of the Earth's forests and topography. *Science of Remote Sensing*, 1(September 2019), 100002. https://doi.org/10.1016/j.srs.2020.100002

DUNCANSON, L., KELLNER, J. R., ARMSTON, J., DUBAYAH, R., MINOR, D. M., HANCOCK, S., HEALEY, S. P., PATTERSON, P. L., SAARELA, S., MARSELIS, S., SILVA, C. E., BRUENING, J., GOETZ, S. J., TANG, H., HOFTON, M., BLAIR, B., LUTHCKE, S., FATOYINBO, L., ABERNETHY, K., … ZGRAGGEN, C. (2022). Aboveground biomass density models for NASA's Global Ecosystem Dynamics Investigation (GEDI) lidar mission. *Remote Sensing of Environment*, 270(October 2021). https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112845

FANG, G., YU, H., FANG, L., & ZHENG, X. (2023). Synergistic use of Sentinel-1 and Sentinel-2 based on different preprocessing for predicting forest above-ground biomass. *Forests*, 14(8), 1615. https://doi.org/10.3390/f14081615

SHENDRYK, Y. (2022). Fusing GEDI with earth observation data for large area above-ground biomass mapping. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 115(August), 103108. https://doi.org/10.1016/j.jag.2022.103108

Análisis de usos del suelo aportados en OpenStreetMap en los partidos de Pergamino y Luján

Aplicación del paquete osmlanduseR

Analysis of Land Use Data Contributed to OpenStreetMap in Pergamino and Luján Districts Application of the osmlanduseR Package

Análise de Usos do Solo Contribuídos no OpenStreetMap nos Partidos de Pergamino e Luján Aplicação do Pacote osmlanduseR

*Andrés Esteban Duhour *[1], Federico Gazaba[2], Franco Ranucci[2]*

1 Universidad Nacional de Luján, Departamento de Ciencias Básicas, Argentina; INEDES (Universidad Nacional de Luján - CONICET), Argentina; 2 Municipalidad de Pergamino, Dirección de Sistemas de Información Georreferenciada
**: aduhour@unlu.edu.ar*

Resumen: El análisis de usos y coberturas del suelo se presenta como una herramienta para la planificación territorial. Su determinación se realiza, en general, mediante la interpretación de imágenes de sensores remotos con distintos grados de automatización. Las categorías de clasificación surgen de estándares creados por instituciones nacionales, internacionales o con criterios personalizados. Se observa también que la información geográfica, sus formatos o herramientas de procesamiento no permiten generalmente su reutilización o mejora, y no son necesariamente de acceso abierto o público. OpenStreetMap es una base de datos estandarizada de acceso abierto, y puede considerarse como un repositorio para contribuciones originadas en instituciones del sector público, asimismo, permite el análisis de datos aportados por la comunidad de usuarios. En el partido de Luján, la Universidad Nacional de Luján ha aportado en dicha plataforma la información de usos del suelo asignando, mediante interpretación visual

de imágenes de sensores remotos, el relevamiento, el conocimiento local y las etiquetas correspondientes. Conjuntamente, se ha desarrollado el paquete de R osmlanduseR para la descarga, clasificación y producción de mapas de este tipo de datos. En el partido de Pergamino, la Municipalidad ha aportado polígonos que representan el uso del suelo utilizando la misma metodología. Se realizó la clasificación en categorías de uso del suelo referidas en la bibliografía. En ambos partidos la superficie clasificada superó el 95% del total. En este trabajo se presenta el análisis de datos de uso del suelo aportados en ambos partidos de la provincia de Buenos Aires.

Palabras clave: *uso del suelo, cartografía colaborativa, OpenStreetMap, R.*

Abstract: Land use and land cover analysis is presented as a tool for territorial planning. Its determination is generally carried out through the interpretation of remote sensing imagery with varying degrees of automation. Classification categories emerge from standards created by national or international institutions, or from customized criteria. It is also observed that geographic information, its formats, or processing tools generally do not allow for reuse or improvement, and are not necessarily open access or publicly available. OpenStreetMap is an open-access standardized database and can be considered as a repository for contributions originating from public sector institutions; likewise, it enables the analysis of data contributed by the user community. In Luján district, the National University of Luján has contributed land use information to this platform by assigning, through visual interpretation of remote sensing imagery, field surveys, local knowledge, and corresponding tags. Concurrently, the R package osmlanduseR has been developed for downloading, classifying, and producing maps from this type of data. In Pergamino district, the Municipality has contributed polygons representing land use using the same methodology. Classification into land use categories referenced in the literature was performed. In both districts, the classified area exceeded 95% of the total. This paper presents the analysis of land use data contributed in both districts of Buenos Aires province.

Keywords: *land use, collaborative mapping, OpenStreetMap, R.*

Resumo: A análise de usos e coberturas do solo apresenta-se como uma ferramenta para o planejamento territorial. Sua determinação realiza-se, em geral, mediante a interpretação de imagens de sensores remotos com distintos graus de automação. As categorias de classificação surgem de padrões criados por instituições nacionais, internacionais ou com critérios personalizados. Observa-se também que a informação geográfica, seus formatos ou ferramentas de processamento geralmente não permitem sua reutilização ou melhoria, e não são necessariamente de acesso aberto

ou público. OpenStreetMap é uma base de dados padronizada de acesso aberto, e pode ser considerada como um repositório para contribuições originadas em instituições do setor público; da mesma forma, permite a análise de dados contribuídos pela comunidade de usuários. No partido de Luján, a Universidade Nacional de Luján contribuiu nesta plataforma com informação de usos do solo, atribuindo, mediante interpretação visual de imagens de sensores remotos, o levantamento, o conhecimento local e as etiquetas correspondentes. Conjuntamente, foi desenvolvido o pacote de R osmlanduseR para o download, classificação e produção de mapas deste tipo de dados. No partido de Pergamino, a Prefeitura contribuiu com polígonos que representam o uso do solo utilizando a mesma metodologia. Realizou-se a classificação em categorias de uso do solo referidas na bibliografia. Em ambos os partidos, a superfície classificada superou 95% do total. Neste trabalho apresenta-se a análise de dados de uso do solo contribuídos em ambos os partidos da província de Buenos Aires.

Palavras-chave: *uso do solo, cartografia colaborativa, OpenStreetMap, R.*

REFERENCIAS

DUHOUR, A. E. (2024, December 2–8). osmlanduseR: An R package for the analysis of landuse data contributed to OpenStreetMap [Conference presentation]. FOSS4G 2024 – Free and Open Source Software for Geospatial Conference, Belém, Brazil. https://talks.osgeo.org/foss4g-2024/talk/GSBMGK/ SCHULTZ, M., VOSS, J., AUER, M., CARTER, S., & ZIPF, A. (2017). Open land cover from OpenStreetMap and remote sensing. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 63(August), 206–213. https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.07.014

VOLANTE, J. N., COLLADO, A., FERREYRA, E., LÓPEZ, C., NAVARRO, M., PEZZOLA, A., PUENTES, M., & OLMEDO, G. (2009). *Monitoreo de la cobertura y el uso del suelo a partir de sensores remotos: Resultados 2006–2009*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). https://geo-backend.inta.gob.ar/documents/595/download

Acercando la información al usuario
La experiencia del Proyecto Impactar 155

Bringing Geospatial Information Closer to the User
The Impactar 155 Project Experience

Aproximando a Informação Geoespacial do Usuário
A Experiência do Projeto Impactar 155

Alan Evequoz[*1,2,3], Laura Santoni[1,3], Pamela Zamboni[1], Cecilia Rubio[4], Clara Rubio[4], Silvana Sione[3,5], Ximena Sirimarco[6], Paula Barral[6], Pablo Aceñolaza[1,3,5]*

1 CeReGeo. Centro Regional de Geomática. Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad Autónoma de Entre Ríos; 2 Instituto Autárquico del Becario Provincial (INAUBEPRO), Provincia de Entre Ríos; 3 CONICET. CICyTTP Diamante- Provincia de Entre Ríos; Universidad Autónoma de Entre Ríos (UADER); 4 Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA), CONICET; 5 Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Entre Ríos (FCA, UNER); 6 Instituto de Innovación Para la Producción Agropecuaria y el Desarrollo Sostenible (IPADS) (INTA Balcarce - CONICET).
**: evequoz.alan@uader.edu.ar*

Resumen: El *desafío 155* del programa *ImpaCT.AR Ciencia y Tecnología* propone desarrollar indicadores de evaluación y monitoreo del impacto de Prácticas de Manejo Sostenible de Tierras a escala regional, para las ecorregiones del Espinal y Monte, con la colaboración de la Universidad Nacional de Entre Ríos, Universidad Autónoma de Entre Ríos, CONICET, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas, Secretaría de Ambiente de Entre Ríos, y la Subsecretaría de Ambiente Nación, como destinatario. En este contexto, la Facultad de Ciencia y Tecnología implementó una Infraestructura de Datos Espaciales basada en entorno GitHub bajo especificaciones STAC (*SpatioTemporal Asset Catalog*), que cumple los estándares de IDERA y puede vincularse a la Infraestructura de Datos Espaciales ambiental de la Nación. Se publicaron datos georreferenciados a partir de fuentes oficiales y se modificaron otros para brindar información sobre elementos territoriales de interés: cobertura y uso del suelo, unidades de vegetación, ordenamiento territorial

de bosque nativo, variables socioeconómicas, hidrológicas y climáticas, y otros generados en el marco del trabajo, como el mapeo de servicios ecosistémicos asociados al control de la erosión hídrica del suelo y la regulación hídrica. Contar con esta línea de base permitirá avanzar en la evaluación y monitoreo del impacto del manejo sostenible en la conservación y recuperación de servicios ecosistémicos afectados y plantear estrategias basadas en la toma de decisiones informadas para promover la replicabilidad y escalabilidad de PMST en ambas ecorregiones.

Palabras clave: *IDE-STAC, espinal, monte, servicios ecosistémicos.*

Abstract: Challenge 155 of the ImpaCT.AR Science and Technology Program aims to develop indicators for evaluating and monitoring the impact of Sustainable Land Management Practices (SLMP) at the regional scale, focusing on the Espinal and Monte ecoregions. The initiative involves collaboration among the National University of Entre Ríos, the Autonomous University of Entre Ríos, CONICET, INTA, IADIZA, the Environmental Secretariat of Entre Ríos, and the National Undersecretariat of Environment. Within this framework, the Faculty of Science and Technology implemented a Spatial Data Infrastructure (SDI) hosted on a GitHub environment and based on the STAC – SpatioTemporal Asset Catalog specification. This SDI complies with IDERA standards and can be integrated into Argentina's National Environmental SDI. Georeferenced datasets from official sources were published, and others were harmonized to provide information on relevant territorial components such as land cover and land use, vegetation units, native forest zoning, and socio-economic, hydrological, and climatic variables. Additional datasets were generated within the project, including ecosystem service maps related to soil erosion control and hydrological regulation. Establishing this geospatial baseline enables progress in assessing and monitoring the effects of sustainable management on the conservation and recovery of affected ecosystem services, and in designing data-driven strategies that promote the replicability and scalability of SLMPs across both ecoregions.

Keywords: *SDI-STAC, Espinal ecoregion, Monte ecoregion, ecosystem services.*

Resumo: O Desafio 155 do programa ImpaCT.AR Ciência e Tecnologia tem como objetivo desenvolver indicadores para avaliar e monitorar o impacto das Práticas de Manejo Sustentável da Terra (PMST) em escala regional, abrangendo as ecorregiões do Espinal e do Monte. O projeto é conduzido em colaboração com a Universidade Nacional de Entre Ríos, a Universidade Autônoma de Entre Ríos, o CONICET, o INTA, o IADIZA, a Secretaria de Meio Ambiente de Entre Ríos e a Subsecretaria de Meio Ambiente da Nação.

Nesse contexto, a Faculdade de Ciência e Tecnologia implementou uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) baseada no ambiente GitHub e na especificação STAC – SpatioTemporal Asset Catalog. A IDE está em conformidade com os padrões da IDERA e pode ser integrada à Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais Ambientais da Argentina. Foram publicados conjuntos de dados georreferenciados de fontes oficiais, e outros foram harmonizados para oferecer informações sobre elementos territoriais relevantes: cobertura e uso do solo, unidades de vegetação, zoneamento do bosque nativo, e variáveis socioeconômicas, hidrológicas e climáticas. Também foram gerados novos dados, como o mapeamento de serviços ecossistêmicos relacionados ao controle da erosão hídrica do solo e à regulação hídrica. A existência dessa linha de base geoespacial permitirá avançar na avaliação e no monitoramento dos efeitos do manejo sustentável sobre a conservação e a recuperação dos serviços ecossistêmicos afetados, bem como propor estratégias baseadas em decisões informadas que promovam a replicabilidade e a escalabilidade das PMST nas duas ecorregiões.

Palavras-chave: I*DE-STAC, ecorregião Espinal, ecorregião Monte, serviços ecossistêmicos.*

AGRADECIMIENTOS

Trabajo parcialmente subvencionado por el Ministerio de Ciencia y Técnica de Argentina (MINCYT) en el marco del Programa ImpaCT.AR Ciencia y Tecnología (Proyecto Desafío 155). Agradecemos a la Universidad Autónoma de Entre Ríos, Facultad de Ciencia y Tecnología, a la Universidad Nacional de Entre Ríos, Facultad de Ciencias Agrarias, al Consejo Nacional de Ciencia y Técnica, al Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas y al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

REFERENCIAS

CENTRO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL, MINISTERIO DEL INTERIOR, REPÚBLICA ARGENTINA. (s.f.). *Sistema Integrado Nacional de Información Ambiental*. https://ciam.ambiente.gob.ar/geovisor.php

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ENTRE RÍOS. (2021). *Infraestructura de Datos Espaciales UADER FCyT*. https://ide-fcyt.github.io/IDE-FCyT/

LATERRA, P., BARRAL, M., CARMONA, A., & NAHUELHUAL, L. (2015). *ECOSER:Protocolo colaborativo de evaluación y mapeo de servicios ecosistémicos y vulnerabilidad socio-ecológica para el ordenamiento territorial*. http://eco-ser.com.ar/

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, REPÚBLICA ARGENTINA. (2023). *Guía prácticas de manejo sostenible de tierras*. Proyecto PNUD ARG 19/G24

IDEBA Salud
Actualización y publicación de datos espaciales sanitarios abiertos en la Provincia de Buenos Aires

IDEBA Salud
Update and Publication of Open Spatial Health Data in Buenos Aires Province

IDEBA Salud
Atualização e Publicação de Dados Espaciais Sanitários Abertos na Província de Buenos Aires

Daniela Funes[*1], Betina Inés Zucchino[1], Juliana Pisonero[1], Pablo Signorelli[1], Laura Muñoz[2]*

1 Unidad de Análisis de Información en Salud, Dirección de Estadística e Información en Salud, Dirección Provincial de Estadística y Salud Digital, Subsecretaría de Gestión de la Información, Educación Permanente y Fiscalización, Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires; 2 Dirección de Estadística e Información en Salud, Dirección Provincial de Estadística y Salud Digital, Subsecretaría de Gestión de la Información, Educación Permanente y Fiscalización, Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires.
**: ds.funes90@gmail.com*

Resumen: Desde el año 2021, la Dirección de Estadísticas e Información en Salud impulsa la publicación de información sanitaria del Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires en el marco de la Ley Nacional de Acceso a la Información Pública. Mediante herramientas de código abierto como Metabase, QGIG, PostgreSQL y GeoServer, se desarrollaron tableros y mapas interactivos y servicios de libre acceso. En los últimos años se amplió y actualizó el catálogo publicado en el visualizador de IDEBA Salud (Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Buenos Aires), fortaleciendo su rol como fuente oficial de datos espaciales. Actualmente se incluyen capas que representan redes de establecimientos y programas

vinculados a: salud sexual y reproductiva (acceso a la Interrupción Voluntaria del Embarazo -IVE- e Interrupción Legal del Embarazo -ILE-), *cannabis* terapéutico, celiaquía, donación de sangre, redes de testeo y atención de VIH (Virus de la Inmunodeficiencia Humana) y hepatitis virales, lactancia, maternidad y salud perinatal, cesación tabáquica, vacunación y delegaciones del Instituto Provincial del Cáncer. También se publican indicadores sanitarios anuales representados a nivel de partido entre 2019 y 2023 (natalidad, fecundidad, mortalidad, entre otros). Se representan además los establecimientos de salud públicos provinciales, municipales y nacionales y unidades territoriales clave (departamentos, regiones sanitarias y educativas). La actualización periódica y la publicación en formatos abiertos y accesibles promueven el uso de la información pública en salud y su aprovechamiento por parte de diversos actores: organismos estatales, equipos de salud, organizaciones sociales, educativas, investigadores y ciudadanía en general. De esta manera, nuestro visualizador se consolida como una herramienta de gran utilidad para la democratización de la información y el análisis territorial de la salud en la provincia.

Palabras clave: *Información en salud, datos abiertos, IDE salud, mapas sanitarios.*

Abstract: Since 2021, the Directorate of Statistics and Health Information has been promoting the publication of health information from the Ministry of Health of Buenos Aires Province within the framework of the National Law on Access to Public Information. Through open-source tools such as Metabase, QGIS, PostgreSQL, and GeoServer, interactive dashboards and maps, as well as free-access services, have been developed. In recent years, the catalog published in the IDEBA Health viewer (Spatial Data Infrastructure of Buenos Aires Province) has been expanded and updated, strengthening its role as an official source of spatial data. Currently, it includes layers representing networks of facilities and programs related to: sexual and reproductive health (access to Voluntary Termination of Pregnancy - VTP- and Legal Termination of Pregnancy -LTP-), therapeutic cannabis, celiac disease, blood donation, HIV (Human Immunodeficiency Virus) testing and care networks and viral hepatitis, breastfeeding, maternity and perinatal health, smoking cessation, vaccination, and branches of the Provincial Cancer Institute. Annual health indicators are also published, represented at the district level between 2019 and 2023 (birth rate, fertility rate, mortality rate, among others). Provincial, municipal, and national public health facilities and key territorial units (departments, health regions, and educational regions) are also represented. Periodic updates and publication in open and accessible formats promote the use of public health information and its utilization by diverse actors: state agencies, health teams, social and educational organizations, researchers, and the general public. In this way, our viewer is consolidated as a highly useful tool for the democratization of

information and territorial health analysis in the province.

Keywords: *health information, open data, health SDI, health maps.*

Resumo: Desde o ano de 2021, a Direção de Estatísticas e Informação em Saúde impulsiona a publicação de informação sanitária do Ministério da Saúde da Província de Buenos Aires no marco da Lei Nacional de Acesso à Informação Pública. Mediante ferramentas de código aberto como Metabase, QGIS, PostgreSQL e GeoServer, foram desenvolvidos painéis e mapas interativos e serviços de livre acesso. Nos últimos anos ampliou-se e atualizou-se o catálogo publicado no visualizador do IDEBA Saúde (Infraestrutura de Dados Espaciais da Província de Buenos Aires), fortalecendo seu papel como fonte oficial de dados espaciais. Atualmente incluem-se camadas que representam redes de estabelecimentos e programas vinculados a: saúde sexual e reprodutiva (acesso à Interrupção Voluntária da Gravidez -IVG-e Interrupção Legal da Gravidez -ILG-), cannabis terapêutico, doença celíaca, doação de sangue, redes de testagem e atenção de HIV (Vírus da Imunodeficiência Humana) e hepatites virais, amamentação, maternidade e saúde perinatal, cessação tabágica, vacinação e delegações do Instituto Provincial do Câncer. Também se publicam indicadores sanitários anuais representados a nível de partido entre 2019 e 2023 (natalidade, fecundidade, mortalidade, entre outros). Representam-se ademais os estabelecimentos de saúde públicos provinciais, municipais e nacionais e unidades territoriais chave (departamentos, regiões sanitárias e educativas). A atualização periódica e a publicação em formatos abertos e acessíveis promovem o uso da informação pública em saúde e seu aproveitamento por parte de diversos atores: organismos estatais, equipes de saúde, organizações sociais, educativas, pesquisadores e cidadania em geral. Desta maneira, nosso visualizador consolida-se como uma ferramenta de grande utilidade para a democratização da informação e a análise territorial da saúde na província.

Palavras-chave: *informação em saúde, dados abertos, IDE saúde, mapas sanitários.*

REFERENCIAS

DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICAS E INFORMACIÓN EN SALUD DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. (2021). *Portal interactivo de datos estadísticos en salud*. https://www.ms.gba.gov.ar/sitios/infoensalud/portal-interactivo/

DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICAS E INFORMACIÓN EN SALUD DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. (2025). *Visualizador de mapas de salud de la Provincia de Buenos Aires.* Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Buenos Aires (IDEBA). https://visualizador.ideba.gba.gob.ar/ms

MINISTERIO DE SALUD DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. (2021). *Datos abiertos PBA*. https://catalogo.datos.gba.gob.ar/dataset?groups=salud-

MINISTERIO DE SALUD DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. (2023). *Red Bonaerense de Salud*. https://sistemas.ms.gba.gov.ar/redatencion/

ZUCCHINO, B. I., FUNES, D., PISONERO, J., SIGNORELLI, P., & MUÑOZ, L. (2024). Contribución a la democratización de la información abierta en salud mediante la Infraestructura de Datos Espaciales y Datos Abiertos de la Provincia de Buenos Aires. En L. Reynoso, L. R. Balparda, V. Ortiz, M. A. Fernandez, A. R. Vargas, M. Soria, M. A. Barrera, & L. Ramirez (Eds.), *Ponencias de las XVII jornadas IDERA 2023* (pp. 444). Instituto Geográfico Nacional. https://www.idera.gob.ar/images/stories/eventos/2023/XVII_Jornadas_LaPampa/Libro _Jornadas_IDERA_2023.pdf

Las comunas de la Provincia de Entre Ríos a la luz de la Epidemiología Ambiental

Communes of Entre Ríos Province in Light of Environmental Epidemiology

As Comunas da Província de Entre Ríos à Luz da Epidemiologia Ambiental

Rocio Alejandra Galarza[*1 2], Verónica White[3], Héctor Francisco Del Valle[1]*

1 Centro Regional de Geomática, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Autónoma de Entre Ríos (CeReGeo - FCyT - UAdER). 2 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). 3 Centro de Estudios Farmacológicos y Botánicos (CEFyBo - UBA - CONICET)-
**: galarza.rocio@uader.edu.ar*

Resumen: El sobrepeso y la obesidad representan un problema de salud pública donde una dieta poco saludable, la inactividad física y la susceptibilidad genética, junto a las características ambientales, generan un medio ambiente tóxico u obesógeno, cuyo estudio requiere de distintos puntos de vista. El trabajo planteado busca integrar las geotecnologías y la inteligencia artificial en el estudio de las comunas de la provincia de Entre Ríos para determinar los principales factores de riesgo en el desarrollo de sobrepeso y obesidad. Entre Ríos presenta 82 comunas, con poblaciones entre 400 y 1.500 habitantes distribuidas en todo el territorio. Del análisis inicial, se cuenta con información de geoservicios nacionales y provinciales, características sociodemográficas provenientes de censos y Encuesta Permanente de Hogares (EPH) y datos epidemiológicos generales. Sin embargo, trabajar en una escala poblacional pequeña conlleva falta de información adecuada. Por ello, se trabajará con la recopilación de datos primarios a partir entrevistas y encuestas, observaciones directas para describir el espacio construido y el medioambiente físico, y así determinar las variables obesogénicas basadas en sistemas de información geográfica (del entorno construido y alimentario, socioeconómicas espaciales y específicas

para poblaciones pequeñas) propias de cada comuna. Se implementarán herramientas de *machine learning* para identificar patrones espaciales y agrupamientos de variables obesogénicas, mediante técnicas de *clustering* y análisis multivariado que permitan caracterizar perfiles de riesgo obesogénico a nivel territorial. Se plantea un enfoque novedoso para estudios epidemiológicos en localidades rurales o semiurbanas que acrecentará la Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia y será de utilidad para lograr una salud integral.

Palabras clave: *Geosalud, obesógenos, sistemas de información geográfica, inteligencia artificial.*

Abstract: Overweight and obesity represent a public health problem where an unhealthy diet, physical inactivity, and genetic susceptibility, together with environmental characteristics, generate a toxic or obesogenic environment, the study of which requires different perspectives. The proposed work seeks to integrate geotechnologies and artificial intelligence in the study of communes in Entre Ríos province to determine the main risk factors in the development of overweight and obesity. Entre Ríos has 82 communes, with populations between 400 and 1,500 inhabitants distributed throughout the territory. From the initial analysis, information is available from national and provincial geoservices, sociodemographic characteristics from censuses and the Permanent Household Survey (PHS), and general epidemiological data. However, working at a small population scale entails a lack of adequate information. Therefore, work will be conducted on the collection of primary data from interviews and surveys, direct observations to describe the built environment and physical environment, and thus determine obesogenic variables based on geographic information systems (built and food environment, spatial socioeconomic, and specific for small populations) characteristic of each commune. Machine learning tools will be implemented to identify spatial patterns and clusters of obesogenic variables, through clustering techniques and multivariate analysis that allow characterization of obesogenic risk profiles at the territorial level. A novel approach is proposed for epidemiological studies in rural or semi-urban localities that will enhance the province's Spatial Data Infrastructure and will be useful for achieving comprehensive health.

Keywords: *GeoHealth, obesogens, geographic information systems, artificial intelligence.*

Resumo: O sobrepeso e a obesidade representam um problema de saúde pública onde uma dieta pouco saudável, a inatividade física e a suscetibilidade genética, junto às características ambientais, geram um meio ambiente tóxico ou obesogênico, cujo estudo requer distintos pontos de vista.

O trabalho proposto busca integrar as geotecnologias e a inteligência artificial no estudo das comunas da província de Entre Ríos para determinar os principais fatores de risco no desenvolvimento de sobrepeso e obesidade. Entre Ríos apresenta 82 comunas, com populações entre 400 e 1.500 habitantes distribuídas em todo o território. Da análise inicial, conta-se com informação de geoserviços nacionais e provinciais, características sociodemográficas provenientes de censos e Pesquisa Permanente de Domicílios (PPD), e dados epidemiológicos gerais. No entanto, trabalhar em uma escala populacional pequena acarreta falta de informação adequada. Por isso, trabalhar-se-á com a compilação de dados primários a partir de entrevistas e pesquisas, observações diretas para descrever o espaço construído e o meio ambiente físico, e assim determinar as variáveis obesogênicas baseadas em sistemas de informação geográfica (do entorno construído e alimentar, socioeconômicas espaciais e específicas para populações pequenas) próprias de cada comuna. Serão implementadas ferramentas de aprendizado de máquina para identificar padrões espaciais e agrupamentos de variáveis obesogênicas, mediante técnicas de clusterização e análise multivariada que permitam caracterizar perfis de risco obesogênico a nível territorial. Propõe-se um enfoque inovador para estudos epidemiológicos em localidades rurais ou semiurbanas que aumentará a Infraestrutura de Dados Espaciais da província e será de utilidade para alcançar uma saúde integral.

Palavras-chave: *Geosaúde, obesogênicos, sistemas de informação geográfica, inteligência artificial.*

REFERENCIAS

BLUNDELL, J.E., & GILLETT, A. (2001). Control of food intake in the obese. *Obesity Research,* 9(4), 263S-270S. https://doi.org/10.1038/oby.2001.1299

BUZAI, G., LANZELOTTI, S., HUMACATA, L., PRINCIPI, N., ACUÑA SUÁREZ, G., & BAXENDALE, C. (2017). Análisis espacial y evaluación de zonas de potenciales conflictos ambientales, productivos y patrimoniales ante la expansión urbana en la cuenca del río Luján (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Aplicación: La expansión urbana en Luján y los potenciales conflictos entre usos del suelo. En O. Delgado Inga (Ed.), *XVI Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica: Memoria* (pp. 245-252). Universidad del Azuay. https://gis.uazuay.edu.ec/confibsig/MemoriasCONFibSIG.pdf

CORREA AYRAM, C. A., ETTER, A., DÍAZ-TIMOTÉ, J., RODRÍGUEZ BURITICÁ, S., RAMÍREZ, W., & CORZO, G. (2020). Spatiotemporal evaluation of the human footprint in Colombia: Four decades of anthropic impact in highly biodiverse ecosystems. *Ecological Indicators*, 117, 106630. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106630

EGUSQUIZA, R. J., & BLUMBERG, B. (2020). Environmental obesogens and their impact on susceptibility to obesity: new mechanisms and chemicals. *Endocrinology*, 161 (3): 1-14. https://doi.org/10.1210/endocr/bqaa024

HEINDEL, J. J., & BLUMBERG, B. (2019). Environmental obesogens: mechanisms and controversies. *Annu Rev Pharmacol Toxicol*, 59, 89-106. https://doi.org/10.1146/annurev-pharmtox-010818-021304

JIA, P., CHENG, X., XUE, H., & WANG, Y. (2017). Applications of geographic information systems (GIS) data and methods in obesity-related research. *Obes Rev*, 18(4), 400-411. https://doi.org/10.1111/obr.12495

OLAWADE, D. B., WADA, O. Z., IGE, A. O., EGBEWOLE, B. I., OLOJO, A., & OLADAPO, B. I. (2024). Artificial intelligence in environmental monitoring: Advancements, challenges, and future directions. *Hygiene and Environmental Health Advances*, 12, 100114 https://doi.org/10.1016/j.heha.2024.100114

POU, S.A., ABALLAY, L.R., & HUERGO, J. (2022). Socio Demography of Obesity in Argentina at the Beginning of the Twenty-First Century. En J.P. Celemin & G. Velázquez (Eds.), *Inequities and Quality of Life in Argentina* (pp. 166-225). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-94411-7_6

ROTELA, C., DE ELIA, E., ELORZA, C. G., HORLENT, N., LAMARO, A. A., LANFRI, M. A., LANFRI, S., OTERO, J., PONS, D. H., PORCASI GÓMEZ, X., SCAVUZZO, C. M., & TORRUSIO, S. (2014). *Epidemiología panorámica: introducción al uso de herramientas geoespaciales aplicadas a la salud pública*. Comisión Nacional de Actividades Espaciales; Ministerio de Planificación Federal Inversión Pública y Servicios; Ministerio de Salud de la Nación, Dirección de Epidemiología. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/libro-epidemiologia-panoramica_minsal_conae.pdf

SAHANA, K. S., KARTHIK, C. B., M SREE, M., CHAITHRA, M., ABHINANDITHE, S. K., SNEHALATHA, B., SRIDHAR, R., BALASUBRAMANIAN, S., & MADHU, B. (2022). Geospatial Artificial Intelligence (GeoAI): Applications in Health Care. *International Journal of Health and Allied Sciences*, 11(4), article 4. https://rescon.jssuni.edu.in/ijhas/vol11/iss4/4/

TORRES-ROMÁN, J. S., URRUNAGA-PASTOR, D., AVILEZ, J. L., HELGUERO-SANTIN, L. M., & MALAGA, G. (2018). Geographic differences in overweight and obesity prevalence in Peruvian children, 2010-2015. *BMC Public Health*, 18(1), 353. https://doi.org/10.1186/s12889-018-5259-2

Portal Estratégico para ordenar, promover y gestionar parques industriales de manera eficiente

Strategic Portal for the Efficient Planning, Promotion, and Management of Industrial Parks

Portal Estratégico para Planejar, Promover e Gerir Parques Industriais de Forma Eficiente

José Arturo Moyano[*1], Tomás Welter[1], María Natalia Rovira[1]*

1 Secretaría de Parques Industriales, Ministerio de Producción, Ciencia e Innovación Tecnológica de la Provincia de Córdoba.
**: josearturo.moyano@cba.gov.ar*

Resumen: La dispersión de información sobre los parques industriales de Córdoba ha dificultado la gestión gubernamental eficiente y el acceso rápido a datos por parte de empresas, desarrollistas y la misma administración pública. En pos de organizar los datos disponibles y democratizar el acceso a información clave sobre parques industriales a los diferentes actores y contribuir a la toma de decisiones y creación de políticas públicas, se impulsó el desarrollo del *Portal Estratégico de Parques Industriales de la Provincia de Córdoba*. Esta herramienta surge de un trabajo público-privado, en el año 2024. Para su implementación se recopiló y unificó información de bases de datos oficiales, sistematizó datos primarios recolectados in situ y se agregaron capas temáticas preexistentes de uso público de diferentes organismos. Con ello se crearon mapas interactivos, estadísticas y aplicaciones para el análisis y visualización de datos. Actualmente el portal muestra acceso a información sobre los 89 parques industriales (aprobados y en desarrollo), ofreciendo acceso al público a diferentes niveles de información. Esto permite mejorar la accesibilidad y transparencia para industrias, desarrolladores y la administración pública. Si bien ya es consultado por diferentes actores, la herramienta continuará ampliando su alcance. A futuro, integrará datos estadísticos para análisis más profundos, impulsando análisis territoriales y fomentando el desarrollo regional.

Palabras clave: *Parques industriales, acceso a la información, sitios web, información pública.*

Abstract: The dispersion of information about industrial parks in Córdoba has hindered efficient governmental management and limited timely access to data for businesses, developers, and public administrations. To organize the available datasets, democratize access to key geospatial information, and support evidence-based decision-making and policy formulation, the Strategic Portal for Industrial Parks of the Province of Córdoba was developed. This platform emerged in 2024 as the result of a public–private collaboration. Its implementation involved compiling and harmonizing official databases, systematizing primary data collected in situ, and incorporating publicly available thematic layers from various government sources. The outcome includes interactive maps, statistical dashboards, and applications for data analysis and visualization. Currently, the portal provides open access to information on 89 industrial parks—both approved and under development—offering multiple levels of public data access. This initiative enhances transparency and accessibility for industries, developers, and governmental entities. Although already in active use by diverse stakeholders, the platform will continue expanding its functionality. Future developments will include the integration of statistical datasets for advanced territorial analysis, fostering evidence-based regional development and spatial planning.

Keywords: *Industrial parks, information access, web portal, public geospatial data.*

Resumo: A dispersão de informações sobre os parques industriais de Córdoba tem dificultado a gestão governamental eficiente e o acesso rápido aos dados por parte de empresas, desenvolvedores e da própria administração pública. Com o objetivo de organizar os dados disponíveis, democratizar o acesso à informação geoespacial e apoiar a formulação de políticas públicas baseadas em evidências, foi desenvolvido o Portal Estratégico de Parques Industriais da Província de Córdoba. A plataforma surgiu em 2024 como resultado de um trabalho conjunto entre os setores público e privado. Para sua implementação, foram compiladas e harmonizadas bases de dados oficiais, sistematizados dados primários coletados in situ e incorporadas camadas temáticas públicas de diferentes organismos governamentais. O resultado é um conjunto de mapas interativos, painéis estatísticos e aplicações para análise e visualização de dados. Atualmente, o portal disponibiliza acesso aberto a informações sobre 89 parques industriais — aprovados e em desenvolvimento — oferecendo diferentes níveis de acesso ao público. Essa iniciativa melhora a transparência e a acessibilidade para indústrias, desenvolvedores e órgãos públicos. Embora já seja

amplamente utilizado por diversos atores, o portal continuará expandindo seu alcance. No futuro, integrará dados estatísticos para análises territoriais avançadas, promovendo o desenvolvimento regional e o planejamento espacial sustentável.

Palavras-chave: *Parques industriais, acesso à informação, portal web, dados públicos geoespaciais.*

AGRADECIMIENTOS

Consejo Federal de Inversiones (CFI); Ciampagna y Asociados S. A.; Gobierno de la Provincia de Córdoba; Parques industriales de la Provincia de Córdoba.

REFERENCIAS

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, INC. (2025). *Buenas prácticas. Prácticas recomendadas para el mantenimiento de la organización*. ArcGIS Online

https://doc.arcgis.com/es/arcgis-online/reference/best-practices-maintenance.htm

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, INC. (2025). *Crear un sitio web. ArcGIS hub*. https://doc.arcgis.com/es/hub/sites/create-a-site.htm

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, INC. (s.f.). *Cuadros de mando de datos. ArcGIS Dashboard*. https://www.esri.com/es-es/arcgis/products/arcgis-dashboards/overview

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, INC. (2024). *Generador de formularios en línea. ArcGIS Survey 123*. https://www.esri.com/es-es/arcgis/products/arcgis-survey123/overview?rsource=https%3A%2F%2Fwww.esri.com%2Fes-es%2Farcgis%2Fproducts%2Fsurvey123%2Foverview

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, INC. (2025). *¿Qué es ArcGIS Experience Builder?*. ArcGIS Experience Builder. https://doc.arcgis.com/es/experience-builder/latest/get-started/what-is-arcgis-experience-builder.htm

Usabilidad de las IDE como soporte para la georreferenciación de servicios ecosistémicos

Partido General Pueyrredón y Reserva Natural Mar Chiquita

Usability of Spatial Data Infrastructures as Support Tools for the Georeferencing of Ecosystem Services General Pueyrredón District and Mar Chiquita Nature Reserve

Usabilidade das Infraestruturas de Dados Espaciais como Suporte à Georreferenciação de Serviços Ecossistêmicos Município de General Pueyrredón e Reserva Natural Mar Chiquita

Camila Mujica[1], Clara Karis[1,2], Gabriela Calderon[1,3], Germán García[2,4], Laura Zulaica[1,2]*

1 Instituto del Hábitat y del Ambiente (IHAM), Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD), Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP). 2 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). 3 Consejo de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC PBA), Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario (IGCyC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP) - CIC PBA. 4 Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP) - CONICET
** camilamagalimujica@gmail.com*

Resumen: En el marco del proyecto I*nversiones Integradas Bajas en Carbono y Conservación en Ciudades Argentinas* (PNUMA-GEF 7) de 2024 se elaboró un *Plan de Acción Integrado para la conservación, protección y georreferenciación de servicios ecosistémicos y biodiversidad en el Partido de General*

Pueyrredón y la Reserva Natural Mar Chiquita. Con un enfoque interdisciplinario, se analizaron los servicios ecosistémicos provistos por los espacios verdes urbanos, los paisajes productivos y las áreas protegidas y de importancia ecológica. En la etapa diagnóstica, se revisaron antecedentes relevantes asociados a procesos de planificación local e información generada a partir de la consulta y utilización de Infraestructuras de Datos Espaciales provinciales, nacionales y regionales, que facilitaron la definición y caracterización de unidades de paisaje considerando los servicios ecosistémicos que brindan. El proceso incluyó la organización de talleres y espacios de participación donde gestores gubernamentales y actores locales colaboraron en la valoración de los servicios ecosistémicos provistos en las unidades definidas inicialmente. Estas instancias, además de colaborar con la validación de la información provista en distintas IDE, promovieron el intercambio de conocimientos y experiencias, fortaleciendo la toma de decisiones informadas. Finalmente, se definieron lineamientos para la gestión de los servicios ecosistémicos de abastecimiento de regulación y culturales que contribuyen al bienestar humano. El resultado de este análisis, sostenido en el enfoque de Investigación-Acción Participativa, colaboró con la definición de programas y proyectos que guían la planificación de acciones propuestas en el Plan de Acción Integrado, subrayando así la relevancia de las IDE en la gestión sostenible de las áreas de importancia ecológica, así como en el desarrollo cultural y productivo de la región.

Palabras clave: *Información geoespacial, servicios ecosistémicos.*

Abstract: Within the framework of the 2024 Low-Carbon Integrated Investments and Conservation in Argentine Cities Project (UNEP-GEF 7), an Integrated Action Plan was developed to support the conservation, protection, and georeferencing of ecosystem services and biodiversity in the General Pueyrredón District and the Mar Chiquita Nature Reserve. Through an interdisciplinary approach, the study analyzed ecosystem services provided by urban green spaces, productive landscapes, and protected or ecologically significant areas. During the diagnostic stage, relevant background information from local planning processes and spatial data from provincial, national, and regional Spatial Data Infrastructures (SDIs) was reviewed. These SDIs facilitated the definition and characterization of landscape units based on the ecosystem services they provide. The process included participatory workshops where governmental managers and local stakeholders collaborated in evaluating ecosystem services associated with the identified landscape units. These participatory instances not only validated the information retrieved from diverse SDIs but also fostered knowledge exchange and strengthened informed decision-making. Finally, management guidelines were defined for provisioning, regulating, and cultural ecosystem services that contribute to human well-being. Grounded in a Participatory Action Research approach, this analysis supported

the formulation of programs and projects that structure the Integrated Action Plan, emphasizing the crucial role of SDIs in the sustainable management of ecologically significant areas and in the cultural and productive development of the region.

Keywords: *Geospatial information, ecosystem services, SDI usability, participatory planning.*

Resumo: No âmbito do projeto Investimentos Integrados de Baixo Carbono e Conservação em Cidades Argentinas (PNUMA-GEF 7, 2024), foi elaborado um Plano de Ação Integrado voltado à conservação, proteção e georreferenciação dos serviços ecossistêmicos e da biodiversidade no Município de General Pueyrredón e na Reserva Natural Mar Chiquita. Com uma abordagem interdisciplinar, foram analisados os serviços ecossistêmicos fornecidos pelos espaços verdes urbanos, paisagens produtivas e áreas protegidas ou de relevância ecológica. Na etapa de diagnóstico, revisaram-se antecedentes vinculados a processos de planejamento local e informações provenientes do uso de Infraestruturas de Dados Espaciais (IDEs) provinciais, nacionais e regionais, que facilitaram a definição e caracterização das unidades de paisagem segundo os serviços ecossistêmicos prestados. O processo incluiu oficinas participativas e espaços de diálogo em que gestores públicos e atores locais colaboraram na valoração dos serviços ecossistêmicos identificados. Essas instâncias contribuíram para validar as informações provenientes das IDEs e promover a troca de conhecimentos e experiências, fortalecendo a tomada de decisões baseadas em evidências. Por fim, foram definidos diretrizes de gestão para os serviços ecossistêmicos de provisão, regulação e culturais que contribuem para o bem-estar humano. Com base na abordagem de Pesquisa-Ação Participativa, a análise apoiou a formulação de programas e projetos que orientam o Plano de Ação Integrado, destacando o papel estratégico das IDEs na gestão sustentável de áreas ecologicamente significativas e no desenvolvimento cultural e produtivo regional.

Palavras-chave: *Informação geoespacial, serviços ecossistêmicos, usabilidade de IDEs, planejamento participativo.*

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó en el marco de una consultoría celebrada desde CONICET en el marco del *Proyecto Inversiones Integradas Bajas en Carbono y Conservación en Ciudades Argentinas* - PNUMA-GEF 7 coordinado por la actual Subsecretaría de Ambiente de la República Argentina.

REFERENCIAS

GÓMEZ-BAGGETHUN, E., & BARTON, D. N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*, 86(1), 235-245. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.08.019

HAINES-YOUNG, R., & POTSCHIN, M. B. (2018). *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES)* V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. Fabis Consulting Ltd. https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2018/01/Guidance-V51-01012018.pdf

KARIS, C. M., & ZULAICA, L. (2024). Landscape Units for Ecological Infrastructure Planning in Urban and Peri-Urban Areas: A Case Study of a Medium-Sized Latin American City. *Italian Journal of Planning Practice*, 14(1), 122-145. https://ijpp.dicam.unitn.it/wp-content/uploads/2025/04/Karis-Zulaica-_2024_IJPP-1.pdf

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press. hhttp://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdff

MUJICA, C. M., KARIS, C. M., & FERRARO, R. F. (2022). Valoración de los servicios ecosistémicos urbanos desde un enfoque interdisciplinario. *Ecología Austral*, 32(1): 122-135. https://doi.org/10.25260/EA.22.32.1.0.1707

POTSCHIN, M. B., & HAINES-YOUNG, R. H. (2006). Landscapes and sustainability. *Landscape and Urban Planning*, 75,(3-4), 155-161. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2005.03.006

ROMERO-DUQUE, L. P., TRILLERAS, J. M., CASTELLARINI, F., & QUIJAS, S. (2020). Ecosystem services in urban ecological infrastructure of Latin America and the Caribbean: How do they contribute to urban planning? *Science of the Total Environment*, 728 (1), 138780. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138780

Estrategias innovadoras para reducir barreras técnicas en IDE académicas

Integración de IA con Dialogflow en FCyT-UADER

Innovative Strategies to Reduce Technical Barriers in Academic SDIs
AI Integration with Dialogflow at FCyT-UADER

Estratégias Inovadoras para Reduzir Barreiras Técnicas em IDEs Acadêmicas
Integração de IA com Dialogflow na FCyT-UADER

Santiago Díaz[1], Noelí Baeza[1], Fernando Tentor[1], Pamela Zamboni[1], Facundo Boladeras[1], Walter Sione[1]*

1 Centro Regional de Geomática (CEREGEO), Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Autónoma de Entre Ríos.
** baeza.noeli@uader.edu.ar*

Resumen: Uno de los principales desafíos actuales de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) radica en la incorporación eficiente de nueva información geoespacial por parte de usuarios no especializados. A pesar de los avances en el uso de tecnologías *open source* y la adopción del estándar STAC (*Spatio Temporal Asset Catalog*), persisten barreras técnicas que limitan la participación activa de docentes, investigadores y estudiantes en la carga de datos a los catálogos disponibles. Este trabajo presenta una estrategia innovadora para reducir dichas barreras, mediante el desarrollo e implementación de un asistente conversacional basado en inteligencia artificial, utilizando la plataforma *Dialog Flow* de Google Cloud. El caso de estudio se centra en la IDE desarrollada por la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Entre Ríos (FCyT-UADER), la cual ya opera bajo una arquitectura abierta y colaborativa. La propuesta consiste

en incorporar una interfaz de interacción natural que guíe a los usuarios en el proceso de estructuración de los archivos JSON (*JavaScript Object Notation*) requeridos por STAC, validando automáticamente los metadatos esenciales. El método integra el diseño de flujos conversacionales, validación técnica automatizada y revisión editorial por parte del equipo del Centro Regional de Geomática. Esta solución permitirá agilizar la carga de nuevas capas, mejorar la calidad de los datos incorporados y fortalecer la sostenibilidad del modelo colaborativo. El enfoque propuesto representa un avance replicable para otras instituciones académicas, al combinar accesibilidad, estandarización e inteligencia artificial en la gestión de información geoespacial.

Palabras clave: *inteligencia artificial, STAC, interfaz conversacional, colaborativo.*

Abstract: One of the main current challenges for Spatial Data Infrastructures (SDI) lies in the efficient incorporation of new geospatial information by non-specialized users. Despite advances in the use of open source technologies and the adoption of the STAC (SpatioTemporal Asset Catalog) standard, technical barriers persist that limit the active participation of teachers, researchers, and students in loading data into available catalogs. This work presents an innovative strategy to reduce these barriers through the development and implementation of a conversational assistant based on artificial intelligence, using Google Cloud's Dialogflow platform. The case study focuses on the SDI developed by the Faculty of Science and Technology of the Autonomous University of Entre Ríos (FCyT-UADER), which already operates under an open and collaborative architecture. The proposal consists of incorporating a natural interaction interface that guides users through the process of structuring the JSON (JavaScript Object Notation) files required by STAC, automatically validating essential metadata. The method integrates the design of conversational flows, automated technical validation, and editorial review by the Regional Geomatics Center team. This solution will enable faster loading of new layers, improve the quality of incorporated data, and strengthen the sustainability of the collaborative model. The proposed approach represents a replicable advance for other academic institutions, by combining accessibility, standardization, and artificial intelligence in geospatial information management.

Keywords: *artificial intelligence, STAC, conversational interface, collaborative.*

Resumo: Um dos principais desafios atuais das Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE) reside na incorporação eficiente de nova informação geoespacial por parte de usuários não especializados. Apesar dos avanços no

uso de tecnologias open source e a adoção do padrão STAC (SpatioTemporal Asset Catalog), persistem barreiras técnicas que limitam a participação ativa de docentes, pesquisadores e estudantes na carga de dados aos catálogos disponíveis. Este trabalho apresenta uma estratégia inovadora para reduzir tais barreiras, mediante o desenvolvimento e implementação de um assistente conversacional baseado em inteligência artificial, utilizando a plataforma Dialogflow do Google Cloud. O caso de estudo centra-se na IDE desenvolvida pela Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Autônoma de Entre Ríos (FCyT-UADER), a qual já opera sob uma arquitetura aberta e colaborativa. A proposta consiste em incorporar uma interface de interação natural que guie os usuários no processo de estruturação dos arquivos JSON (JavaScript Object Notation) requeridos pelo STAC, validando automaticamente os metadados essenciais. O método integra o desenho de fluxos conversacionais, validação técnica automatizada e revisão editorial por parte da equipe do Centro Regional de Geomática. Esta solução permitirá agilizar a carga de novas camadas, melhorar a qualidade dos dados incorporados e fortalecer a sustentabilidade do modelo colaborativo. O enfoque proposto representa um avanço replicável para outras instituições acadêmicas, ao combinar acessibilidade, padronização e inteligência artificial na gestão de informação geoespacial.

Palavras-chave: *inteligência artificial, STAC, interface conversacional, colaborativo.*

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Centro Regional de Geomática (CEREGEO) de la Facultad de Ciencia y Tecnología - UADER por el acompañamiento técnico y académico brindado. Asimismo, reconocemos el apoyo institucional de la Universidad Autónoma de Entre Ríos y la colaboración de los equipos docentes y estudiantes que participaron en la validación y prueba del asistente conversacional propuesto.

REFERENCIAS

BAEZA, N. D., TENTOR, F. R., BOLADERAS, F., MALDONADO, F. D., ZAMBONI, P. L., DÍAZ, S. R., ACEÑOLAZA, P. G., SANTONI, L. C., PIANI, V. A., & SIONE, W. F. (2023). Especificaciones STAC para la creación de infraestructura de datos espaciales (IDE) Open Source. Caso: FCyT - UADER [Resumen]. En *Memorias XX Simposio Internacional SELPER México 2022* (pp. 119-120). Sociedad Latinoamericana de Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial. https://www.selper.org.mx/wp-content/uploads/2023/03/Memorias-XX-SELPER-International-3.pdf

GOOGLE. (s.f.). *Dialogflow. Google Cloud*. https://cloud.google.com/dialogflow/docs

STAC COMMUNITY. (2021). STAC: SpatioTemporal Asset Catalog (versión 1.0.0). https://stacspec.org/en

Integración sociourbana en barrios populares

Impacto de proyectos del OPISU en La Matanza y San Martín

Socio-Urban Integration in Informal Settlements
Impact of OPISU Projects in La Matanza and San Martín

Integração Sociourbana em Bairros Populares
Impacto dos Projetos do OPISU em La Matanza e San Martín

Patricio Raymundo[*1], Alejandro Apraiz[1], Gustavo Alberto Mosto[1], Juan Andrés Ceraldi[1]*

1 Organismo Provincial de Integración Social y Urbana (OPISU-PBA); Dirección de Sistemas de Información Geoestadística (DSIG).
**: romina.zuniga@opisu.gba.gob.ar*

Resumen: Se desarrolló una metodología que permite identificar en qué medida la realización de obras de integración sociourbana en barrios populares por parte del Organismo Provincial de Integración Social y Urbana (OPISU), impacta indirectamente en la revalorización inmobiliaria relativa del entorno de los mismos, comparando con áreas de mayor consolidación del mercado inmobiliario. Se buscó dimensionar el impacto en el mercado inmobiliario de las inversiones del proceso de reurbanización a través de: a) comparar mapas de valores usados (2021 y 2025); b) describir las obras de realizadas; c) establecer variaciones en valores inmobiliarios luego de la intervención; d) contrastar con las características de la zona de control, observando la evolución de la brecha de valores inmobiliarios de ambas zonas. Los datos de valores de suelo fueron provistos por el Observatorio de Valores e Instrumentos de Gestión de Suelo Urbano (OVS-PBA) a través de la técnica de *web scraping*. Para los casos testigo de las intervenciones en La Matanza (Puerta de Hierro, San Petersburgo, 17 de Marzo y 17 de Marzo Bis) y San Martín (8 de Mayo, Costa Esperanza y Costa del Lago), se observa

una disminución de la brecha de valores usados entre el entorno de los barrios y su zona de control (entre 2021 y 2025). Esto se constata al observar la variación relativa de precios de ambas áreas siendo +0,7% y +1,7% para el entorno de los barrios de San Martín y La Matanza respectivamente, mientras que para las zonas de control dicha variación fue -21,4% (San Martín) y -21,7% (La Matanza). Los resultados reflejan que la realización de proyectos de integración sociourbana no solo mejoran la calidad de vida en los barrios populares, sino que revaloriza relativamente los inmuebles de sus entornos.

Palabras clave: *integración sociourbana, revalorización inmobiliaria, mercado inmobiliario, valor del suelo urbano.*

Abstract: A methodology was developed to identify the extent to which the implementation of socio-urban integration projects in informal settlements by the Provincial Agency for Social and Urban Integration (OPISU) indirectly impacts the relative real estate revaluation of their surrounding areas, in comparison with zones characterized by more consolidated real estate markets. The study sought to quantify the influence of public investment in urban upgrading on real estate markets through: (a) comparing property value maps (2021 and 2025); (b) describing the executed infrastructure and social works; (c) establishing variations in property values following the interventions; and (d) contrasting these results with control areas to observe changes in the property value gap. Land value data were provided by the Provincial Observatory of Urban Land Values and Management Instruments (OVS-PBA) using a web scraping methodology. In the case studies of La Matanza (Puerta de Hierro, San Petersburgo, 17 de Marzo, and 17 de Marzo Bis) and San Martín (8 de Mayo, Costa Esperanza, and Costa del Lago), results show a decrease in the property value gap between the neighborhood surroundings and their control zones from 2021 to 2025. Specifically, the relative variation in property prices was +0.7% in San Martín and +1.7% in La Matanza, while control zones showed decreases of - 21.4% and -21.7%, respectively. These findings indicate that socio-urban integration projects not only improve living conditions in informal settlements but also contribute to the relative revaluation of adjacent real estate, reinforcing the positive externalities of inclusive urban policies.

Keywords: *Socio-urban integration, real estate revaluation, housing market, urban land value.*

Resumo: Foi desenvolvida uma metodologia para identificar em que medida a execução de obras de integração sociourbana em bairros populares, realizadas pelo Organismo Provincial de Integração Social e Urbana (OPISU), impacta indiretamente na revalorização imobiliária relativa de seus

entornos, em comparação com áreas de mercado imobiliário mais consolidado. O estudo buscou dimensionar o impacto das inversões públicas no processo de reurbanização sobre o mercado imobiliário através de: (a) comparação de mapas de valores imobiliários (2021 e 2025); (b) descrição das obras realizadas; (c) identificação das variações de valores após as intervenções; e (d) contraste com zonas de controle, observando a evolução da diferença entre os valores imobiliários das duas áreas. Os dados de valores de solo foram fornecidos pelo Observatório de Valores e Instrumentos de Gestão do Solo Urbano (OVS-PBA), obtidos por meio de técnica de web scraping. Nos estudos de caso em La Matanza (Puerta de Hierro, San Petersburgo, 17 de Marzo e 17 de Marzo Bis) e San Martín (8 de Mayo, Costa Esperanza e Costa del Lago), observou-se uma redução na diferença de valores imobiliários entre o entorno dos bairros e suas zonas de controle entre 2021 e 2025. A variação relativa dos preços foi de +0,7% para San Martín e +1,7% para La Matanza, enquanto nas zonas de controle as variações foram de -21,4% e - 21,7%, respectivamente. Os resultados demonstram que os projetos de integração sociourbana não apenas melhoram a qualidade de vida nos bairros populares, mas também promovem a revalorização relativa dos imóveis em seus entornos, evidenciando os efeitos positivos das políticas urbanas inclusivas.

Palavras-chave: *Integração sociourbana, revalorização imobiliária, mercado imobiliário, valor do solo urbano.*

AGRADECIMIENTOS

Romina Barrios (Directora Ejecutiva del OPISU), Romina Zúñiga (Directora Provincial de Sistemas de Información y Monitoreo Estratégico), Juan Facundo Tubío (diseñador en comunicación visual de la DSIG) y Martina Fantini (ex integrante del equipo de Evaluaciones Económicas de la DSIG).

REFERENCIAS

BORRERO OCHOA, O. A. (2008). *Avalúos de Inmuebles y Garantías.* (3 ed.). Bhandar Editores

HALCROW GROUP LTD. (2013). P*lan de manejo urbano ambiental de la cuenca del río Reconquista (PMUACRR): Tomo IV, Análisis socioeconómico*. Programa de Saneamiento Ambiental de la Cuenca del Río Reconquista, Comité de Cuenca del Río Reconquista. http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getDocument.aspx?DOCNUM=38218169

LEVER, G. (2002). *El modelo de precios hedónicos* [Archivo PDF]. https://www.ucipfg.com/Repositorio/MAES/PED/Semana4/PreciosHedonicos.pdf

OBSERVATORIO DE VALORES DE SUELO (25 de junio de 2025). *Repositorio* https://observatoriosuelo.gba.gob.ar/

POETA, S., GERHARDT, T., & STUMPF GONZÁLEZ, M. (2019). Análisis de precios hedónicos de viviendas. *Rev. ing. constr.*, 34(2), http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732019000200215

Conocé Córdoba

Visualización web interactiva de los datos censales, demográficos y territoriales de la provincia

Discover Córdoba
Interactive Web Visualization of Census, Demographic, and Territorial Data of the Province

Conheça Córdoba
Visualização Web Interativa dos Dados Censitários, Demográficos e Territoriais da Província

Laura Isabel Luna[1], Beatriz Restrepo Cúneo[*2], Cecilia Senmartin[2], Graciela Zubiat[2], Morena Silvetti[2], Juan Echecolanea[2], Andrea Airala[2], Exequiel Labiano[2], Tadiana Fiorio[2], Lisandro Barrionuevo[2]*

1 Dirección General de Estadística y Censos, Ministerio de Economía y Gestión Pública de la Provincia de Córdoba (0351) 4476053. 2 Subdirección de Geoestadística, Dirección General de Estadística y Censos, Ministerio de Economía y Gestión Pública de la Provincia de Córdoba (0351) 4476053.
**: geoestadística.dgeyc@gmail.com*

Resumen: A través de su nuevo portal Territorio, la Subdirección de Geoestadística de la Dirección General de Estadística y Censos de la Provincia de Córdoba presenta en la sección *Conocé Córdoba*, los datos del último Censo de Población, Hogares y Viviendas, complementados con información adicional relevante, como son el Relevamiento Anual de Educación 2023 y el Anuario de Salud 2022. Sabiendo que la información existe, pero es difícil acceder a ella de manera organizada, este trabajo se propuso como objetivo desarrollar una interfaz que facilite su consulta y circulación, tanto para gobiernos locales como para usuarios particulares. A partir de fuentes oficiales mencionadas, se diseñó un sistema de escalas (provincia, departamentos, gobiernos locales) y temáticas (información general, educación, salud, mercado laboral, condición de vida y producto bruto regional) orien-

tado a optimizar la búsqueda de datos. En colaboración con Ciampagna S.A., se implementó una interfaz interactiva y navegable, basada en filtros específicos, que permite a los usuarios explorar y exportar la información de manera intuitiva. Una de las principales fortalezas de *Conocé Córdoba* es que los contenidos se presentan en formato de fichas que pueden ser descargadas y utilizadas con fines educativos, de gestión o cualquier otro propósito que el usuario considere pertinente. En línea con los principios de Datos Abiertos, esta herramienta busca promover el acceso y uso de la información estadística generada por el Estado.

Palabras clave: *aplicación, portal, Córdoba, visualización geoestadística.*

Abstract: Through its new Territory Portal, the Subdirectorate of Geostatistics of the General Directorate of Statistics and Census of the Province of Córdoba presents, under the Discover Córdoba section, the results of the most recent Population, Household, and Housing Census, complemented with additional relevant datasets such as the 2023 Annual Education Survey and the 2022 Health Yearbook. Recognizing that reliable information exists but is often difficult to access in an organized manner, this project aimed to develop an interface that facilitates data discovery, access, and dissemination—both for local governments and the general public. Drawing from official sources, the team designed a multi-scale structure (province, departments, and local governments) and thematic organization (general information, education, health, labor market, living conditions, and regional gross product) to optimize data retrieval. In collaboration with Ciampagna S.A., an interactive and user-friendly web interface was implemented, enabling users to explore and export information through specific filters and visualization tools. One of the main strengths of Discover Córdoba lies in its modular presentation: contents are organized in downloadable fact sheets that can be used for educational, management, or analytical purposes. In alignment with Open Data principles, this tool seeks to promote the accessibility, reuse, and dissemination of statistical information generated by the public sector.

Keywords: *Web application, open data portal, Córdoba, geostatistical visualization.*

Resumo: Por meio do novo Portal Território, a Subdiretoria de Geoestatística da Direção Geral de Estatística e Censos da Província de Córdoba apresenta, na seção Conheça Córdoba, os resultados do último Censo de População, Domicílios e Habitação, complementados com conjuntos de dados adicionais, como o Levantamento Anual de Educação 2023 e o Anuário de Saúde 2022. Reconhecendo que a informação pública existe, mas é de difícil acesso de forma organizada, o projeto teve como objetivo desenvol-

ver uma interface que facilite a consulta, o acesso e a difusão dos dados — tanto para governos locais quanto para usuários individuais. Com base em fontes oficiais, foi desenhado um sistema multiescalar (província, departamentos e governos locais) e temático (informações gerais, educação, saúde, mercado de trabalho, condições de vida e produto interno bruto regional) para otimizar a busca de dados. Em colaboração com a empresa Ciampagna S.A., foi implementada uma interface web interativa e navegável, baseada em filtros específicos, que permite aos usuários explorar e exportar as informações de forma intuitiva. Uma das principais virtudes do Conheça Córdoba é a apresentação modular dos conteúdos: os dados são disponibilizados em fichas descarregáveis, que podem ser utilizadas para fins educativos, de gestão ou de análise. Em conformidade com os princípios de Dados Abertos, a ferramenta promove o acesso, o reuso e a difusão das informações estatísticas produzidas pelo Estado.

Palavras-chave: *Aplicação web, portal de dados abertos, Córdoba, visualização geoestatística.*

REFERENCIAS

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS, REPÚBLICA ARGENTINA. (2022). *Censo nacional de población, hogares y viviendas 2022. Resultados provisionales*. INDEC. https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-2-41-165

MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA. (2023). *Relevamiento Anual de Educación 2023*. Gobierno de la Provincia de Córdoba. https://www.cba.gov.ar/reparticion/ministerio-de-educacion/secretaria-de-educacion/subsecretaria-de-planeamiento-evaluacion-y-modernizacion/

MINISTERIO DE SALUD DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA. (2022). *Indicadores Básicos de Salud de la Provincia de Córdoba - Año 2022*. Gobierno de la Provincia de Córdoba. https://datosestadistica.cba.gov.ar/dataset/8ca2f813-3fe9-463d-8005-4ffbc9afc761/resource/0d85d-4be-408a-4d90-93dd-f7b5ed1be6ec/download/anuario-estadistico-2022-indicadores-basicos-de-salud-de-la-provincia-de-cordoba.pdf

Visualizador de Calles

Información geoespacial urbana integrada para la gestión y planificación urbana

Street Viewer
Integrated Urban Geospatial Information for Urban Management and Planning

Visualizador de Ruas
Informação Geoespacial Urbana Integrada para a Gestão e o Planejamento Urbano

Laura Isabel Luna[1], Beatriz Restrepo Cúneo[2], Cecilia Senmartin[2], Graciela Zubiat[2], Morena Silvetti[2], Juan Echecolanea[2], Andrea Airala[2], Jorge Exequiel Labiano[2], Tadiana Fiorio[2], Lisandro Barrionuevo[2]*

1 Dirección General de Estadística y Censos, Ministerio de Economía y Gestión Pública de la Provincia de Córdoba (0351) 4476053. 2 Subdirección de Geoestadística, Dirección General de Estadística y Censos, Ministerio de Economía y Gestión Públicade la Provincia de Córdoba (0351) 4476053.
**geoestadística.dgeyc@gmail.com*

Resumen: La Subdirección de Geoestadística de la Dirección General de Estadística y Censos de la Provincia de Córdoba presenta el *Visualizador de Calles*, una nueva sección del portal *Territorio*. Esta herramienta web permite acceder, a través de un mapa, a una base de datos estandarizada de las vías de circulación de áreas urbanas de la provincia. El visualizador se desarrolló en ArcGIS Online con la colaboración de la empresa Ciampagna S. A. La base de datos se construyó de forma colaborativa e interinstitucional, utilizando principalmente el operativo ADRA (Archivos de Domicilios de la República Argentina) y complementada con aportes de municipios y comunas surgidos de espacios de intercambio entre el Gobierno Provincial y los Gobiernos Locales, así como información disponible en el geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba (IDECOR),

en OpenStreetMap, Google Street View y datos de la Empresa Provincial de Energía de Córdoba. La estandarización de la información se realizó en base a lineamientos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) y de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA) y la validación de la misma mediante modelos propios desarrollados en QGIS. Se implementaron rutinas específicas para verificar la coherencia de nombres, numeración por tramos y la relación entre tipo de calle y su ancho. Concebido como una herramienta en constante actualización, el Visualizador de Calles promueve la mejora continua de la información territorial y facilita su uso técnico y administrativo en la planificación urbana.

Palabras clave: *visualizador de calles, mapa interactivo, portal, Córdoba.*

Abstract: The Subdirectorate of Geostatistics of the General Directorate of Statistics and Census of the Province of Córdoba presents the Street Viewer, a new section of the Territory Portal. This web-based tool provides access, through an interactive map, to a standardized geospatial database of road networks across the province's urban areas. The viewer was developed in ArcGIS Online, in collaboration with the company Ciampagna S.A. The database was collaboratively and interinstitutionally constructed, primarily using data from the Argentine Address Records (ADRA) and supplemented with contributions from municipalities and communes through exchange mechanisms between the Provincial and Local Governments. Additional information sources included the Spatial Data Infrastructure of the Province of Córdoba (IDECOR) geoportal, OpenStreetMap, Google Street View, and datasets from the Provincial Energy Company of Córdoba. Data standardization followed guidelines established by the National Institute of Statistics and Census (INDEC) and the Spatial Data Infrastructure of the Argentine Republic (IDERA). Validation was conducted through models developed in QGIS, and specific routines were implemented to verify the consistency of street names, segment numbering, and the relationship between street type and width. Designed as a continuously updated resource, the Street Viewer promotes the ongoing improvement of territorial information and enhances its technical and administrative use in urban planning and decision-making processes.

Keywords: *Street viewer, interactive map, web portal, Córdoba, SDI.*

Resumo: A Subdiretoria de Geoestatística da Direção Geral de Estatística e Censos da Província de Córdoba apresenta o Visualizador de Ruas, uma nova seção do Portal Território. Esta ferramenta web permite o acesso, por meio de um mapa interativo, a uma base de dados geoespacial padronizada das vias de circulação das áreas urbanas da província. O visualizador foi desenvolvido na plataforma ArcGIS Online, em colaboração com a empre-

sa Ciampagna S.A. A base de dados foi construída de forma colaborativa e interinstitucional, utilizando principalmente informações do Arquivo de Endereços da República Argentina (ADRA), complementadas com contribuições de municípios e comunas, provenientes de espaços de intercâmbio entre o Governo Provincial e os Governos Locais. Também foram incorporadas informações do geoportal da Infraestrutura de Dados Espaciais da Província de Córdoba (IDECOR), do OpenStreetMap, do Google Street View e da Empresa Provincial de Energia de Córdoba. A padronização das informações seguiu as diretrizes do Instituto Nacional de Estatística e Censos (INDEC) e da Infraestrutura de Dados Espaciais da República Argentina (IDERA). A validação foi realizada por meio de modelos desenvolvidos no QGIS, implementando rotinas específicas para verificar a coerência dos nomes das vias, a numeração por trechos e a relação entre o tipo e a largura da rua. Concebido como uma ferramenta em atualização contínua, o Visualizador de Ruas promove a melhoria permanente da informação territorial e facilita seu uso técnico e administrativo no planejamento urbano e na gestão territorial.

Palavras-chave: *Visualizador de ruas, mapa interativo, portal web, Córdoba, IDE.*

REFERENCIAS

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. GRUPO DE TRABAJO INFORMACIÓN GEOESPACIAL. (2023). *Catálogo de Objetos Geográficos de IDERA* (versión 2.1). https://www.idera.gob.ar

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS, REPÚBLICA ARGENTINA. (2017). *Nomenclador Nacional de Vías de Circulación. Normativas del Marco Geoestadístico Nacional* (Normativa 11) [material no publicado]. Dirección de Metodología Estadística. Coordinación de Cartografía y Sistemas de Información Geográfica

Sistema de información territorial para el análisis del uso de agua de riego en el valle de Santa María

Territorial Information System for the Analysis of Irrigation Water Use in the Santa María Valley

Sistema de Informação Territorial para a Análise do Uso da Água de Irrigação no Vale de Santa María

Soledad Reyes[*1], Facundo Villagra[1], Marcela Elizabeth Montivero[1], Erlinda del Valle Ortiz[1], Marcelo E. Savio[1]*

1 Sistema de Información Territorial (SIT), Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca.
**: jsole.reyes03@gmail.com*

Resumen: En este proyecto se propone realizar un análisis de la distribución del riego en el valle de Santa María. El clima se caracteriza por su extrema aridez, marcada amplitud térmica, lluvias concentradas en época estival (con precipitación media anual 160 mm), fuerte insolación anual, frecuentes vientos desecantes y baja humedad atmosférica, lo que ocasiona un elevado nivel de evapotranspiración. Para la ejecución de este trabajo, la problemática existente surge debido a la falta de agua de lluvia, donde los agricultores se ven en la necesidad de hacer uso de aguas de pozos, canales o acequias para el riego de sus cultivos. Dichas actividades dependen fuertemente del riego, las cuales son provistas por dos fuentes: el Río Santa María y las aguas subterráneas. El agua superficial del río se levanta mediante bocas de tomas precarias de difícil mantenimiento y posteriormente, encausada por acequias, en su mayoría sin revestimiento. La información no está sistematizada, esta se encuentra en formato papel lo que dificulta la visualización práctica y rápida de la distribución de agua para riego. Con todos estos aspectos mencionados, resulta relevante contar con un sistema de información territorial que brinde a la Dirección de Hidrología y la Dirección de Agua de Riego, una herramienta para llevar a cabo una planificación y gestión apropiada. En la cátedra Sistema de Información Territorial se realizó un Sistema de Información Geográfica con

la recopilación de los datos utilizando el programa QGIS, para ello fue necesario confeccionar una base de datos en formato KML (*Keyhole Markup Language*) con información recopilada de los pozos, canales y acequias. Como resultado se espera obtener una base de datos con la información sistematizada, contar con un sistema de información territorial y obtener una cartografía sobre el uso y estado del agua para riego.

Palabras clave: *estival, canal, cultivo, sistema de información territorial.*

Abstract: This project aims to analyze the spatial distribution of irrigation in the Santa María Valley, an area characterized by extreme aridity, high thermal amplitude, concentrated summer rainfall (average annual precipitation: 160 mm), intense solar radiation, frequent desiccating winds, and low atmospheric humidity—all of which result in high evapotranspiration rates. Given the scarcity of rainfall, local farmers rely heavily on irrigation water drawn from wells, channels, and ditches to sustain their crops. Two main sources supply irrigation water: the Santa María River and groundwater. Surface water from the river is diverted through precarious intake structures that require frequent maintenance, then conveyed via mostly unlined ditches. Currently, the information regarding irrigation infrastructure and water use is not systematized and remains in paper format, hindering rapid visualization and spatial analysis. In this context, the development of a Territorial Information System (TIS) is essential to provide the Directorate of Hydrology and the Directorate of Irrigation Water with a tool for efficient planning and management. The project, developed within the Territorial Information Systems course, involved the creation of a Geographic Information System (GIS) using QGIS software. A spatial database was built in KML (Keyhole Markup Language) format to integrate collected data on wells, channels, and ditches. The expected outcome is a systematized geodatabase and territorial information platform supporting the production of thematic maps depicting irrigation water use and infrastructure conditions.

Keywords: *Territorial Information System, irrigation, canal, crop, QGIS, water resource management.*

Resumo: Este projeto tem como objetivo analisar a distribuição espacial da irrigação no Vale de Santa María, uma região caracterizada por extrema aridez, ampla amplitude térmica, chuvas concentradas no verão (precipitação média anual de 160 mm), alta insolação, ventos secos frequentes e baixa umidade atmosférica, resultando em elevados índices de evapotranspiração. Devido à escassez de chuvas, os agricultores locais dependem fortemente da irrigação proveniente de poços, canais e valas para manter suas culturas. As duas principais fontes de abastecimento de água

são o Rio Santa María e as águas subterrâneas. A água superficial é captada por estruturas precárias de difícil manutenção e conduzida por valas, em sua maioria sem revestimento. Atualmente, as informações sobre a infraestrutura e o uso da água de irrigação não estão sistematizadas e permanecem em formato impresso, o que dificulta a visualização e o uso prático dos dados. Diante disso, torna-se essencial desenvolver um Sistema de Informação Territorial (SIT) que ofereça à Direção de Hidrologia e à Direção de Água de Irrigação uma ferramenta para o planejamento e a gestão eficientes. O projeto, desenvolvido na disciplina de Sistema de Informação Territorial, envolveu a criação de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) utilizando o software QGIS. Foi construída uma base de dados espacial no formato KML (Keyhole Markup Language) com informações sobre poços, canais e valas. Como resultado, espera-se obter uma base de dados sistematizada e uma plataforma de informação territorial que permita gerar cartografias temáticas sobre o uso e o estado da água de irrigação.

Palavras-chave: *Sistema de Informação Territorial, irrigação, canal, cultivo, QGIS, gestão de recursos hídricos.*

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento al Ingeniero Mario Vera quien por medio de su intervención se pudo obtener información de la monografía de los pozos y de los canales, también a los docentes de la cátedra Ing. Marcela Montivero y Ing. Marcelo Savio quienes nos guiaron en cada etapa para la ejecución del proyecto.

REFERENCIAS

FERNÁNDEZ, H. A. (2013). *Proyecto de desarrollo institucional para la inversión UTF/ARG/017/ARG* [Archivo PDF]. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, República Argentina. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rlc/utf017arg/valles_calchaquies/01.pd f

Integración de redes en el Sistema de Información Hidrometeorológica de la APRHI Córdoba

Integration of Networks in the Hydrometeorological Information System of APRHI Córdoba

Integração de Redes no Sistema de Informação Hidrometeorológica da APRHI Córdoba

César Suaya[*1], Horacio Herrero[1], Alejandro Aleksinkó[1], Victoria Chiodi[1], María Gabriela Capdevila[2], Gino Mosconi[2], Agustín Cánovas[2], Marcelo Loza[2]*

1 Administración Provincial de Recursos Hídricos de la Provincia de Córdoba (APRHI).
2 Ciampagna S.A.
**: cesarsuaya@gmail.com*

Resumen: En la provincia de Córdoba, la Administración Provincial de Recursos Hídricos, a través del *Portal de Información Hídrica de Córdoba* y su *Sistema de Información Hidrometeorológica* permite recopilar, visualizar y analizar datos meteorológicos mediante mapas interactivos y aplicaciones geográficas accesibles tanto para el público general como para usuarios técnicos. Este desarrollo se ha realizado con el apoyo de la consultora especializada Ciampagna S.A., utilizando la plataforma de ArcGIS Online, a través de un proceso de integración progresiva de nuevas redes de estaciones meteorológicas al sistema de monitoreo existente, en respuesta al crecimiento sostenido de la demanda de información y del uso de la plataforma. Para ello, se aplican metodologías de normalización de datos, interoperabilidad entre plataformas y estandarización de variables para asegurar la coherencia y la calidad de la información. Como resultado, se fortalece de manera progresiva una red integrada con mayor cobertura espacial y una sólida articulación interinstitucional. Actualmente se pueden consultar los valores de diversas variables meteorológicas provenientes de una red conformada por estaciones pertenecientes a organismos provin-

ciales, municipales y nacionales, incluyendo al Ministerio de Infraestructura y Servicios Públicos y al Ministerio de Bioagroindustria de Córdoba, al Servicio Meteorológico Nacional, municipios, el Instituto Nacional del Agua y el Observatorio Hidrometeorológico de Córdoba, logrando una mayor cobertura espacial. Asimismo, el sistema incorpora vínculos con iniciativas científicas y educativas, como los proyectos MATTEO (Medición Automática del Tiempo de la Troposfera en Escuelas y Organismos) y ReMas (Red de Monitoreo del Agua Subterránea), que promueven la medición automática de precipitaciones y nivel freático desde escuelas y organismos locales. Estas acciones se enmarcan en el concepto de ciencia ciudadana, al fomentar y fortalecer la participación activa de la comunidad en la recolección y uso de datos del territorio.

Palabras clave: *Redes, información hidrometeorológica, interoperabilidad, recursos hídricos.*

Abstract: In the Province of Córdoba, the Provincial Water Resources Administration (APRHI) operates the Hydrological Information Portal of Córdoba and its Hydrometeorological Information System, which enable the collection, visualization, and analysis of meteorological data through interactive maps and geospatial applications accessible to both the general public and technical users. This development was carried out with the support of the consulting firm Ciampagna S.A., using the ArcGIS Online platform through a progressive process of integrating new meteorological station networks into the existing monitoring system, in response to the growing demand for data and the expanding use of the platform. To ensure data consistency and quality, methodologies for data normalization, platform interoperability, and variable standardization were applied. As a result, an integrated and spatially extensive network has been progressively strengthened, fostering interinstitutional coordination and information sharing. Currently, the system provides access to real-time and historical meteorological data from stations managed by provincial, municipal, and national agencies, including the Ministry of Infrastructure and Public Services, the Ministry of Bio-Agroindustry of Córdoba, the National Meteorological Service, local governments, the National Water Institute, and the Hydrometeorological Observatory of Córdoba. This integration has led to broader spatial coverage and improved data reliability. The system also incorporates links with scientific and educational initiatives such as MATTEO (Automatic Measurement of Tropospheric Weather in Schools and Institutions) and ReMas (Groundwater Monitoring Network), which promote the automatic measurement of rainfall and groundwater levels by schools and local organizations. These initiatives align with the concept of citizen science, fostering and strengthening community participation in the collection and use of territorial data.

Keywords: *Hydrometeorological information, interoperability, monitoring networks, water resources, citizen science.*

Resumo: Na Província de Córdoba, a Administração Provincial de Recursos Hídricos (APRHI), por meio do Portal de Informação Hídrica de Córdoba e de seu Sistema de Informação Hidrometeorológica, permite a coleta, visualização e análise de dados meteorológicos através de mapas interativos e aplicativos geográficos acessíveis tanto ao público em geral quanto a usuários técnicos. O desenvolvimento foi realizado com o apoio da consultoria especializada Ciampagna S.A., utilizando a plataforma ArcGIS Online e implementando um processo progressivo de integração de novas redes de estações meteorológicas ao sistema de monitoramento existente, em resposta ao aumento contínuo da demanda por informação e ao uso crescente da plataforma. Para garantir a coerência e a qualidade dos dados, foram aplicadas metodologias de normalização, interoperabilidade entre plataformas e padronização de variáveis. Como resultado, fortalece-se uma rede integrada com maior cobertura espacial e sólida articulação interinstitucional. Atualmente, o sistema disponibiliza dados de diversas variáveis meteorológicas provenientes de estações pertencentes a organismos provinciais, municipais e nacionais, incluindo o Ministério da Infraestrutura e Serviços Públicos, o Ministério da Bioagroindústria de Córdoba, o Serviço Meteorológico Nacional, municípios, o Instituto Nacional da Água e o Observatório Hidrometeorológico de Córdoba, ampliando significativamente a cobertura espacial. Além disso, o sistema incorpora vínculos com iniciativas científicas e educacionais, como os projetos MATTEO (Medição Automática do Tempo da Troposfera em Escolas e Organismos) e ReMas (Rede de Monitoramento da Água Subterrânea), que promovem a medição automática de precipitações e níveis freáticos a partir de escolas e instituições locais. Essas ações inserem-se no conceito de ciência cidadã, estimulando e fortalecendo a participação ativa da comunidade na coleta e no uso de dados territoriais.

Palavras-chave: *Informação hidrometeorológica, interoperabilidade, redes de monitoramento, recursos hídricos, ciência cidadã.*

Sistema de información de manejo de cuencas de embalses desarrollado por la APRHI Córdoba

Reservoir watershed management information system developed by APRHI Córdoba

Sistema de informação para gestão de bacias hidrográficas de reservatórios desenvolvido pela APRHI Córdoba

César Suaya[*1], Horacio Herrero[1], Nicolás Guillén[1], Alejandro Aleksinkó[1], Victoria Chiodi[1], María Gabriela Capdevila[2], Gino Mosconi[2], Sofía Marozzi[2]*

1Administración Provincial de Recursos Hídricos de la Provincia de Córdoba (APRHI). 2 Ciampagna S.A.
**: cesarsuaya@gmail.com*

Resumen: En la actualidad, la gestión hídrica enfrenta grandes desafíos debido a la la dispersión y heterogeneidad de los datos que limitan el monitoreo en tiempo real y la generación de alertas tempranas y la falta de información integrada y actualizada sobre niveles de ríos, embalses y precipitaciones, lo que dificulta anticipar eventos extremos y planificar un uso sostenible del agua. Para abordar esta problemática, la Administración Provincial de Recursos Hídricos de Córdoba ha implementado un *modelo integral de monitoreo y operación de las cuencas de embalses.* Se desarrolló un sistema basado en Infraestructuras de Datos Espaciales, que centraliza y consolida datos hidrometeorológicos en tiempo real para cada cuenca, facilitando su análisis espacial y temporal para la toma de decisiones. El sistema fue desarrollado mediante herramientas de Sistemas de Información Geográfica y la plataforma ArcGIS Online, integrando datos de estaciones hidrometeorológicas. La información se visualiza a través de mapas interactivos, gráficos comparativos y tablas dinámicas que permiten analizar la evolución histórica y actual de cada embalse, consultar pronósticos y descargar datos. Conjuntamente, se diseñó una aplicación específica para

la gestión de alertas, que permite monitorear en tiempo real los niveles de ríos y embalses en función de las precipitaciones acumuladas. El sistema, destinado a equipos técnicos y responsables de la toma de decisiones pero también accesible al público en general, mejora la disponibilidad y usabilidad de la información. La integración de múltiples fuentes fortalece la prevención y gestión de riesgos hidrometeorológicos, facilitando la anticipación de eventos extremos y promoviendo una gestión hídrica más eficiente en el territorio provincial.

Palabras clave: *Manejo, embalses, sistema de alertas, estaciones hidrometeorológicas.*

Abstract: Currently, water management faces significant challenges due to the dispersion and heterogeneity of data that limit real-time monitoring and the generation of early warnings. The lack of integrated and up-to-date information on river, reservoir, and rainfall levels makes it difficult to anticipate extreme events and plan for sustainable water use. To address this problem, the Córdoba Provincial Water Resources Administration has implemented a comprehensive monitoring and operation model for reservoir watersheds. A system based on Spatial Data Infrastructures was developed, which centralizes and consolidates real-time hydrometeorological data for each watershed, facilitating spatial and temporal analysis for decision-making. The system was developed using Geographic Information Systems tools and the ArcGIS Online platform, integrating data from hydrometeorological stations. The information is displayed through interactive maps, comparative graphs, and dynamic tables that allow users to analyze the historical and current evolution of each reservoir, consult forecasts, and download data. A specific alert management application was also designed, allowing real-time monitoring of river and reservoir levels based on accumulated rainfall. The system, intended for technical teams and decision-makers but also accessible to the general public, improves the availability and usability of information. The integration of multiple sources strengthens the prevention and management of hydrometeorological risks, facilitating the anticipation of extreme events and promoting more efficient water management throughout the province.

Keywords: *Management, reservoirs, alert system, hydrometeorological stations.*

Resumo: Atualmente, a gestão da água enfrenta desafios significativos devido à dispersão e heterogeneidade de dados que limitam o monitoramento em tempo real e a geração de alertas antecipados. A falta de informações integradas e atualizadas sobre os níveis de rios, reservatórios e precipitação dificulta a antecipação de eventos extremos e o planejamen-

to do uso sustentável da água. Para enfrentar esse problema, a Administração Provincial de Recursos Hídricos de Córdoba implementou um modelo abrangente de monitoramento e operação para bacias hidrográficas de reservatórios. Foi desenvolvido um sistema baseado em Infraestruturas de Dados Espaciais, que centraliza e consolida dados hidrometeorológicos em tempo real para cada bacia hidrográfica, facilitando a análise espacial e temporal para a tomada de decisões. O sistema foi desenvolvido utilizando ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica e a plataforma ArcGIS Online, integrando dados de estações hidrometeorológicas. As informações são exibidas por meio de mapas interativos, gráficos comparativos e tabelas dinâmicas que permitem aos usuários analisar a evolução histórica e atual de cada reservatório, consultar previsões e baixar dados. Foi também concebida uma aplicação específica para a gestão de alertas, permitindo a monitorização em tempo real dos níveis dos rios e reservatórios com base na precipitação acumulada. O sistema, destinado a equipas técnicas e decisores, mas também acessível ao público em geral, melhora a disponibilidade e a usabilidade da informação. A integração de múltiplas fontes reforça a prevenção e a gestão dos riscos hidrometeorológicos, facilitando a antecipação de eventos extremos e promovendo uma gestão hídrica mais eficiente em toda a província.

Palavras-chave: *Gestão, reservatórios, sistema de alerta, estações hidrometeorológicas.*

Zonificación comercial y beneficios tributarios

Una herramienta de análisis y planificación basada en datos espaciales en Villa María

Commercial Zoning and Tax Benefits
A Spatial Data-Based Analysis and Planning Tool in Villa María

Zoneamento Comercial e Benefícios Fiscais
Uma Ferramenta de Análise e Planejamento Baseada em Dados Espaciais em Villa María

María Eugenia Videla[1,4], Jonathan Oviedo[1], Valeria Ribero[1], Agustín Martinez[1], Karina de la Iglesia[1], Bárbara Burgos[1], Regina Trevisanato[1], Marcos Hernán Bovo[2], María Victoria Poncio[3]*

1 Centro Estadístico Municipal de Villa María. 2 Secretaría de Gobierno, Cultura y Relaciones Institucionales. Municipalidad de Villa María. 3 Secretaría de Economía, Transformación Digital y Desarrollo Productivo. Municipalidad de Villa María. 4 Universidad Nacional de Villa María.
**celre.mvm@gmail.com*

Resumen: En el marco de las acciones conjuntas entre el Centro Estadístico Municipal y la Subsecretaría de Ingresos Públicos de la ciudad de Villa María, se desarrolló una experiencia innovadora de utilización de datos espaciales para mejorar la eficiencia tributaria y promover la equidad fiscal. Se georeferenciaron los comercios registrados en la ciudad y las zonas comerciales definidas por el Decreto N° 1.601, que organiza el territorio en cinco zonas diferenciadas y una zona estándar, según su cercanía a áreas de mayor circulación y concentración comercial. Mediante el cruce espacial de estos datos, se clasificaron los comercios según su localización, permitiendo aplicar tarifas diferenciadas por zona. Esta clasificación responde a la lógica de que el potencial comercial varía según la ubicación, por lo que

es razonable aplicar tarifas acordes al contexto territorial. Además, se integró información fiscal sobre la condición frente al IVA (Impuesto al Valor Agregado) de los contribuyentes, lo que permitió identificar a los pequeños comerciantes encuadrados en las categorías iniciales del monotributo y localizados en zonas menos favorecidas, como la Zona 5. A estos contribuyentes se les aplicó de manera directa el beneficio de Tarifa Social, que implica una reducción del 50% en el monto del tributo. Este caso muestra cómo el uso de datos geoespaciales puede fortalecer la planificación territorial y mejorar la toma de decisiones en gobiernos locales mediante enfoques basados en evidencia, constituyendo una herramienta valiosa para la planificación urbana y el desarrollo económico local.

Palabras clave: *Geolocalización, equidad fiscal, gestión territorial, Municipalidad de Villa María.*

Abstract: As part of joint initiatives between the Municipal Statistics Center and the Undersecretariat of Public Revenue of the city of Villa María, an innovative experience was developed using spatial data to improve tax efficiency and promote fiscal equity. The businesses registered in the city and the commercial zones defined by Decree No. 1,601, which organizes the territory into five distinct zones and one standard zone, were georeferenced, based on their proximity to areas with greater commercial traffic and concentration. Through spatial cross-referencing of this data, the businesses were classified according to their location, allowing for the application of differentiated rates by zone. This classification responds to the logic that commercial potential varies by location, so it is reasonable to apply rates appropriate to the territorial context. Additionally, tax information on taxpayers' VAT (Value Added Tax) status was integrated, allowing for the identification of small businesses falling within the initial categories of the monotributo (small tax) and located in less-advantaged areas, such as Zone 5. These taxpayers were directly eligible for the Social Rate, which entails a 50% reduction in their tax payments. This case demonstrates how the use of geospatial data can strengthen territorial planning and improve decision-making in local governments through evidence-based approaches, constituting a valuable tool for urban planning and local economic development.

Keywords: *Geolocation, fiscal equity, territorial management, Municipality of Villa María.*

Resumo: Como parte de iniciativas conjuntas entre o Centro Municipal de Estatística e a Subsecretaria de Receita Pública da cidade de Villa María, foi desenvolvida uma experiência inovadora utilizando dados espaciais para melhorar a eficiência tributária e promover a equidade fiscal. Os estabele-

cimentos comerciais registrados na cidade e as zonas comerciais definidas pelo Decreto nº 1.601, que organiza o território em cinco zonas distintas e uma zona padrão, foram georreferenciados, com base em sua proximidade com áreas de maior tráfego e concentração comercial. Por meio do cruzamento espacial desses dados, os estabelecimentos comerciais foram classificados de acordo com sua localização, permitindo a aplicação de alíquotas diferenciadas por zona. Essa classificação responde à lógica de que o potencial comercial varia de acordo com a localização, sendo razoável aplicar alíquotas adequadas ao contexto territorial. Além disso, foram integradas informações fiscais sobre a situação tributária dos contribuintes em relação ao IVA (Imposto sobre Valor Agregado), permitindo a identificação de pequenas empresas enquadradas nas categorias iniciais do monotributo (pequeno imposto) e localizadas em áreas menos favorecidas, como a Zona 5. Esses contribuintes eram diretamente elegíveis para a Taxa Social, que implica uma redução de 50% no pagamento de impostos. Este caso demonstra como o uso de dados geoespaciais pode fortalecer o planejamento territorial e melhorar a tomada de decisões em governos locais por meio de abordagens baseadas em evidências, constituindo uma ferramenta valiosa para o planejamento urbano e o desenvolvimento econômico local.

Palavras-chave: *Geolocalização, equidade fiscal, gestão territorial, Município de Villa María.*

REFERENCIAS

FAINSTEIN, S. S., & CAMPBELL, S. (Eds.). (2012). *Readings in planning theory* (3rd ed.).

Wiley-Blackwell.

JANSSEN, M., CHARALABIDIS, Y., & ZUIDERWIJK, A. (2012). *Benefits, adoption barriers and myths of open data and open government.* Information Systems Management, 29(4), 258–268. https://doi.org/10.1080/10580530.2012.716740

Uso y adaptación de herramientas geoespaciales para organizaciones que gestionan aguas subterráneas en Chile

Experiencia de transferencia tecnológica para fortalecer capacidades locales y la toma de decisiones

Use and Adaptation of Geospatial Tools for Organizations Managing Groundwater in Chile
Technology Transfer Experience to Strengthen Local Capacity and Decision-Making

Uso e Adaptação de Ferramentas Geoespaciais para Organizações que Gerenciam Águas Subterrâneas no Chile
Experiência em Transferência de Tecnologia para Fortalecer a Capacidade Local e a Tomada de Decisões

Karla Astorga[*1], Rodrigo Fuster[1]*

1 Laboratorio de Análisis Territorial (LAT), Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile
**: kastorga@uchile.cl*

Resumen: Se presenta una experiencia de democratización tecnológica orientada a reducir la brecha entre herramientas geoespaciales complejas y las necesidades de organizaciones que gestionan un bien común estratégico como el agua, específicamente las aguas subterráneas. Las Organizaciones de Usuarios de Aguas (OUA) son entidades privadas sin fines de lucro, con personalidad jurídica, reguladas por el Código de Aguas. Su fun-

ción principal es captar y distribuir el recurso entre titulares de derechos, cumpliendo un rol clave en la gobernanza local del agua. En contextos de escasez, su funcionamiento facilita la resolución de conflictos y promueve una gestión integrada con enfoque social, ambiental y productivo. En la cuenca del río Copiapó (Región de Atacama), donde el agua subterránea sustenta gran parte de la agricultura, estas organizaciones enfrentan dificultades para acceder y actualizar información territorial esencial para la toma de decisiones. Este trabajo estableció un puente entre Infraestructuras de Datos Espaciales públicas, conocimiento técnico-científico y necesidades operativas de las Organizaciones de Usuarios (OU). Se adaptaron herramientas geoespaciales técnicamente complejas a interfaces simplificadas, integrando información oficial (Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile), imágenes satelitales y validación participativa, habilitando una herramienta para actualizar autónomamente catastros agrícolas. El proceso priorizó la apropiación de la información mediante criterios de usabilidad y validación in situ. Como resultado, las organizaciones cuentan con una herramienta operativa y sostenible que fortalece capacidades, permite seguir cambios en el uso del suelo, estimar demanda hídrica y acceder a datos en formatos amigables y editables. La experiencia demuestra que articular ciencia, tecnología e información pública fortalece decisiones territoriales y ofrece un modelo replicable en contextos de vulnerabilidad climática.

Palabras clave: *organizaciones de aguas, democratización tecnológica, información geoespacial, uso de suelo.*

Abstract: This paper presents a technological democratization experience aimed at bridging the gap between complex geospatial tools and the needs of organizations managing a strategic common good such as water, specifically groundwater. Water User Organizations (WOUs) are private, non-profit entities with legal personality, regulated by the Water Code. Their main function is to capture and distribute water resources among rights holders, playing a key role in local water governance. In contexts of scarcity, their operation facilitates conflict resolution and promotes integrated management with a social, environmental, and productive focus. In the Copiapó River basin (Atacama Region), where groundwater supports a large part of agriculture, these organizations face difficulties accessing and updating territorial information essential for decision-making. This work established a bridge between public Spatial Data Infrastructures, technical and scientific knowledge, and the operational needs of User Organizations (OUs). Technically complex geospatial tools were adapted to simplified interfaces, integrating official information (Chile's Geospatial Data Infrastructure), satellite imagery, and participatory validation, enabling a tool to autonomously update agricultural cadastres. The process prioritized information appropriation through usability criteria and in-situ validation. As a

result, organizations have an operational and sustainable tool that strengthens capacities, allows them to monitor land-use changes, estimate water demand, and access data in user-friendly and editable formats. Experience shows that coordinating science, technology, and public information strengthens territorial decisions and offers a replicable model in contexts of climate vulnerability.

Keywords: *water organizations, technological democratization, geospatial information, land use.*

Resumo: Este artigo apresenta uma experiência de democratização tecnológica que visa preencher a lacuna entre ferramentas geoespaciais complexas e as necessidades de organizações que gerenciam um bem comum estratégico como a água, especificamente as águas subterrâneas. As Organizações de Usuários de Água (OUAs) são entidades privadas, sem fins lucrativos, com personalidade jurídica, regulamentadas pelo Código de Águas. Sua principal função é captar e distribuir recursos hídricos entre os titulares de direitos, desempenhando um papel fundamental na governança local da água. Em contextos de escassez, sua operação facilita a resolução de conflitos e promove a gestão integrada com foco social, ambiental e produtivo. Na bacia do rio Copiapó (região do Atacama), onde as águas subterrâneas sustentam grande parte da agricultura, essas organizações enfrentam dificuldades para acessar e atualizar informações territoriais essenciais para a tomada de decisões. Este trabalho estabeleceu uma ponte entre as Infraestruturas Públicas de Dados Espaciais, o conhecimento técnico e científico e as necessidades operacionais das Organizações de Usuários (OUs). Ferramentas geoespaciais tecnicamente complexas foram adaptadas a interfaces simplificadas, integrando informações oficiais (Infraestrutura de Dados Geoespaciais do Chile), imagens de satélite e validação participativa, permitindo uma ferramenta de atualização autônoma de cadastros agrícolas. O processo priorizou a apropriação da informação por meio de critérios de usabilidade e validação in situ. Como resultado, as organizações contam com uma ferramenta operacional e sustentável que fortalece suas capacidades, permite monitorar mudanças no uso do solo, estimar a demanda de água e acessar dados em formatos fáceis de usar e editáveis. A experiência demonstra que a coordenação entre ciência, tecnologia e informação pública fortalece as decisões territoriais e oferece um modelo replicável em contextos de vulnerabilidade climática.

Palavras-chave: *organizações de recursos hídricos, democratização tecnológica, informação geoespacial, uso do solo.*

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de María Fernanda Prohens P., Gerente de las Comunidades de Aguas Subterráneas 1, 2 y 3 de Copiapó, y de María Carolina Veroitza C., Gerente de la Comunidad de Aguas Subterráneas Sector 4 Mal Paso - Copiapó. Este trabajo se enmarca en el proyecto *Sistema de monitoreo en tiempo real de la demanda hídrica de los cultivos*, Código BIP 40013379, financiado por el Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC) del Gobierno Regional de Atacama.

REFERENCIAS

ÁLVAREZ OTERO, J. (2020). E*l uso educativo de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) para mejorar la responsabilidad social de los ciudadanos del siglo XXI sobre el territorio* [Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. Repositorio Docta Complutense de la Universidad Complutense de Madrid. https://hdl.handle.net/20.500.14352/11405

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO, REPÚBLICA DE CHILE. (2018). *Manual intermedio para dirigentes de organizaciones de usuarios de aguas*. https:/http://www.cnr.gob.cl/wp-content/uploads/2019/03/Manual-dirigentes-2018.pdf

Decreto 1122 de 1981 [con Fuerza de Ley]. *Fija Texto del Código de Aguas*. 13 de agosto de 1981 (Chile). D.O. No. 31.102

FUSTER, R., DE LA FUENTE, A., LEÓN, A., BAUER, C., MAGNER, N., GONZÁLEZ, L., & OLIVERA, L. (2015). *Anexo técnico 4. Modelo de demanda hídrica. En Sistema piloto de banco de aguas geoespacializado en los sectores 5 y 6 del acuífero de Copiapó. Informe final* (Proyecto CORFO Nº 13BPC3-19056). Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile; CORFO

FUSTER, R., KREMER, C., PALACIOS, A. K., HABERLAND, J., GÁLVEZ, R., MOYA, H., & ECHEVERRÍA, I. (2016). *Diagnóstico para desarrollar plan de gestión de riego en cuenca de Copiapó* (Licitación pública Código 870-10-LP15). Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile; Comisión Nacional de Riego

GAONA, E., & MARÍN, A. (2015). *Desarrollo de una interfaz SIG sobre aplicación móvil para la georreferenciación y actualización de catastro de usuarios para la empresa de gas natural "Alcanos de Colombia S.A. E.S.P." en los municipios de Ibagué y Girardot* [Trabajo de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio Institucional de la Universidad Francisco José de Caldas. http://hdl.handle.net/11349/40570

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE CHILE. (2025). *IDE Chile*. https://www.ide.cl/

LABORATORIO DE ANÁLISIS TERRITORIAL, FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS, UNIVERSIDAD DE CHILE. (2021). *Organizaciones de Usuarios: Condiciones actuales y desafíos* [Archivo PDF]. https://lat.uchile.cl/_files/ugd/70efef_6f7d0c77ed6342f882f5add4b341c7d7.pdf

Ley 21.435 de 2022. *Reforma el Código de Aguas.* 25 de marzo de 2022. D.O. No. 43.222.

ORTÍZ MUÑOZ, J. C., ACEVEDO, C., VELASQUEZ VELEZ, M. I., & MEJÍA CÓRDOBA, C. A. (2021). Mapeo de cultivos de cacao mediante software libre QField utilizando equipos Android para el proyecto SENA SGPS8548-CACAO. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 8(2), 27–35. https://revistas.sena.edu.co/index.php/Recia/article/view/4355

OPENGIS.CH. (s.f.). *How-to guides. QFieldecosystem documentation*. https://docs.qfield.org/how-to/

Relevamiento, análisis y diagnóstico del barrio Los Unidos

Propuesta de normativa y trazado

Survey, analysis, and diagnosis of the Los Unidos neighborhood. Proposal for urban regulations and layout

Levantamento, análise e diagnóstico do bairro Los Unidos. Proposta de normativa e traçado

Néstor Gabriel González[1], Federico Tomás Reynoso[1], María José Milicich[1] y Diego Luciano Mestre[1]*

1 Escuela de Agrimensura (EA), Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Universidad Nacional de Rosario (UNR).
** dmestre@fceia.unr.edu.ar*

Resumen: El trabajo presenta un relevamiento topográfico y un análisis territorial integral del Barrio "Los Unidos", un asentamiento irregular ubicado al oeste de Rosario, Santa Fe. La intervención se desarrolla en el marco del "Proyecto Los Unidos", impulsado desde 2020 por la organización TECHO junto a una empresa de desarrollos inmobiliarios y, desde 2022, en convenio con la Municipalidad de Rosario. El estudio se inscribe en un proceso más amplio orientado a mejorar el acceso al hábitat mediante intervenciones en vivienda, desarrollo socio-productivo e integración urbana. El objetivo general consistió en generar información precisa y actualizada que permitiera diagnosticar la situación del barrio y fundamentar una propuesta de normativa urbana y trazado. Entre los objetivos específicos se incluyeron: (i) relevar las condiciones topográficas y morfológicas del territorio, (ii) analizar la evolución del asentamiento y su situación dominial, y (iii) aportar lineamientos técnicos y jurídicos que contribuyan a futuras obras de infraestructura y al proceso de regularización. Las tareas contemplaron relevamientos planialtimétricos, estudios dominiales y análisis territorial. Se emplearon imágenes satelitales y vuelos con dron para acceder a sectores de difícil ingreso, lo que permitió representar con precisión el parcelamiento, las calles, las líneas de edificación y el terreno natural. Asimismo,

se revisó la evolución histórica del asentamiento, considerando la ausencia de intervención estatal y las causas socio-territoriales de su ocupación. El trabajo produjo una base geométrica confiable y un diagnóstico territorial que sustenta la elaboración de propuestas de normativa urbana y de trazado. Además, se formuló un conjunto de recomendaciones técnicas y jurídicas orientadas a acompañar el proceso de regularización dominial, teniendo en cuenta los tiempos administrativos, la viabilidad de las obras proyectadas y el impacto social y urbano de las transformaciones requeridas.

Palabras clave: *ordenamiento territorial, investigación dominial y parcelaria, relevamiento planialtimétrico, vehículo aéreo no tripulado*

Abstract: The study presents a topographic survey and a comprehensive territorial analysis of the "Los Unidos" neighborhood, an informal settlement located in western Rosario, Santa Fe. The intervention is carried out within the framework of the "Los Unidos Project," promoted since 2020 by the organization TECHO together with a real estate development company and, since 2022, in partnership with the Municipality of Rosario. The study is part of a broader process aimed at improving access to adequate housing through interventions in shelter, socio-productive development, and urban integration. The general objective was to generate precise and up-to-date information that would allow for diagnosing the neighborhood's situation and supporting a proposal for urban regulations and spatial layout. The specific objectives included: (i) surveying the topographic and morphological conditions of the territory, (ii) analyzing the evolution of the settlement and its land tenure situation, and (iii) providing technical and legal guidelines to contribute to future infrastructure works and the regularization process. The tasks involved planialtimetric surveys, land tenure studies, and territorial analysis. Satellite imagery and drone flights were used to access areas that were difficult to reach, allowing for accurate representation of the cadastral parcels, streets, building lines, and natural terrain. Additionally, the historical evolution of the settlement was reviewed, considering the absence of state intervention and the socio-territorial causes of its occupation. The work produced a reliable geometric base and a territorial diagnosis that supports the development of proposals for urban regulations and spatial layout. Furthermore, a set of technical and legal recommendations was formulated to assist the land regularization process, taking into account administrative timelines, the feasibility of planned works, and the social and urban impact of the required transformations.

Keywords: *territorial planning, land tenure and cadastral research, planialtimetric survey, unmanned aerial vehicle.*

Resumo: O trabalho apresenta um levantamento topográfico e uma análise territorial integral do Bairro "Los Unidos", um assentamento irregular localizado a oeste da cidade de Rosario, Santa Fé. A intervenção desenvolve-se no âmbito do "Projeto Los Unidos", impulsionado desde 2020 pela organização TECHO em conjunto com uma empresa de desenvolvimentos imobiliários e, desde 2022, em convênio com a Prefeitura de Rosario. O estudo insere-se em um processo mais amplo orientado a melhorar o acesso ao habitat por meio de intervenções em habitação, desenvolvimento socioeconômico e integração urbana. O objetivo geral consistiu em gerar informações precisas e atualizadas que permitissem diagnosticar a situação do bairro e fundamentar uma proposta de normativa urbana e de traçado. Entre os objetivos específicos incluíram-se: (i) levantar as condições topográficas e morfológicas do território, (ii) analisar a evolução do assentamento e sua situação dominial, e (iii) fornecer diretrizes técnicas e jurídicas que contribuam para futuras obras de infraestrutura e para o processo de regularização. As atividades contemplaram levantamentos planialtimétricos, estudos dominiais e análise territorial. Foram utilizadas imagens de satélite e voos de drone para acessar setores de difícil ingresso, permitindo representar com precisão o parcelamento, as vias, as linhas de edificação e o terreno natural. Ademais, revisou-se a evolução histórica do assentamento, considerando a ausência de intervenção estatal e as causas socioespaciais de sua ocupação. O trabalho resultou em uma base geométrica confiável e em um diagnóstico territorial que sustenta a elaboração de propostas de normativa urbana e de traçado. Além disso, formulou-se um conjunto de recomendações técnicas e jurídicas destinadas a acompanhar o processo de regularização dominial, levando em conta os tempos administrativos, a viabilidade das obras projetadas e o impacto social e urbano das transformações necessárias.

Palavras-chave: *ordenamento territorial, pesquisa dominial e cadastral, levantamento planialtimétrico, veículo aéreo não tripulado.*

REFERENCIAS

BAGNERA, P. (2016). *El derecho a la ciudad en la producción del suelo urbano*. CLACSO. https://biblioteca-repositorio.clacso.edu.ar/handle/CLACSO/13334

CASTAGNA, A. I., RAPOSO, I., & WOELFLIN, M. L. (2018). Los asentamientos irregulares en Rosario, Argentina. Conflictos urbanos y vulnerabilidad social. *SaberEs*, 10(1), 87-105. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-42222018000100005

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. *Sistemas de Proyección*. https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/ProduccionCartografica/sistemas-de-proyeccion

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ERNESTO FERNÁNDEZ TACHIQUIN. (s.f.). *Asentamientos irregulares huma-*

nos. https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/4099/ASENTAMIENTO-SIRREG.pdf

IVARS, L. (27 de junio de 2015,). Catastro y Territorio: Fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados para mantenimiento y actualización de datos catastrales. *Catastro y Territorio*. https://catastroyterritorio.blogspot.com/2015/06/fotogrametria-con-vehiculos-aereos-no_53.html

LAURÍA, E. (2020). *Sistemas de Referencia en Geodesia* [apuntes de cátedra, asignatura Geodesia Geométrica]. Departamento de Geotopocartografía. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional de Rosario.

LAURÍA, E. (2020). *Observables GPS* [apuntes de cátedra, asignatura Geodesia Geométrica]. Departamento de Geotopocartografía. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional de Rosario.

LAURÍA. E. (2020). *Métodos de observación* [apuntes de cátedra, asignatura Geodesia Geométrica]. Departamento de Geotopocartografía. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional de Rosario.

LAURÍA. E. (2020). *Modelo matemático de medición de fase* [apuntes de cátedra, asignatura Geodesia Geométrica]. Departamento de Geotopocartografía. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional de Rosario.

MAIZTEGUI, B. (10 de septiembre de 2020). Plan de ordenamiento territorial en Rosario: Estrategias para la articulación de un área metropolitana. *ArchDaily*. https://www.archdaily.cl/cl/946873/plan-de-ordenamiento-territorial-en-rosario-estrategias-para-la-articulacion-de-un-area-metropolitana

PRESIDENCIA DE LA NACIÓN ARGENTINA, MINISTERIO DEL INTERIOR, OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA. (2018). *Argentina Urbana - Plan Estratégico Territorial - Actualización 2018*. Presidencia de la Nación Argentina. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/argentina_urbana_2018.pdf.

PRESIDENCIA DE LA NACIÓN ARGENTINA, CONSEJO NACIONAL DE COORDINACIÓN DE POLÍTICAS SOCIALES, SISTEMA DEL INFORMACIÓN, EVALUACIÓN Y MONITOREO DE PROGRAMAS SOCIALES. (2021). *Estudios de barrios populares - Condiciones de Vida, Vivienda y Hábitat en contexto de aislamiento social, preventivo y obligatorio - Informe final, Enero 2021*. Presidencia de la Nación Argentina. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe_final-barrios_populares.pdf.

ROSARIO (ARGENTINA). (2025). En Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Rosario_(Argentina)&oldid=170884220

VICIOSO, B. M. (2018). *Ordenamiento Territorial* [apuntes de cátedra, asignatura Ordenamiento Territorial]. Departamento de Ordenamiento Territorial. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional de Rosario.

IDERA
Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina

ISBN 978-987-4101-56-3