

Integración de sistemas de información geográfica para el desarrollo de infraestructuras de datos espaciales en las ciencias

Integration of geographic information systems for the development of spatial data infrastructures in the sciences

Oscar Pedersen* y Ernetto Brunetto♦



Fecha de recepción: 19/04/2023

Fecha de aceptación: 02/06/2023

Introducción

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) desempeñan un papel fundamental en la gestión y análisis de información geoespacial. La integración de SIG en el desarrollo de IDE permite una mayor interoperabilidad y compartición de datos, lo cual resulta en beneficios significativos para diversos sectores (Smith et al., 2018).

La integración de SIG en IDE ofrece una serie de beneficios importantes. En primer lugar, mejora la interoperabilidad y compartición de datos espaciales entre diferentes sistemas y organizaciones (Gutiérrez et al., 2019). Esto facilita el acceso a información actualizada y precisa, lo que a su vez favorece la toma de decisiones informadas y basadas en evidencias. Además, aumenta la eficiencia en la gestión y análisis de datos geoespaciales. Al contar con una infraestructura integrada, se eliminan duplicidades y se optimizan los procesos de captura, almacenamiento y análisis de información. Esto se traduce en ahorros de tiempo y recursos, permitiendo una mejor asignación de los mismos (Díaz et al., 2020).

* Licenciado en Ciencias Geológicas, Docente en Facultad de Ciencia y Tecnología - Universidad Autónoma de Entre Ríos (UADER).

♦ Doctor en Geología, Investigador de CONICET y Docente en Facultad de Ciencia y Tecnología - Universidad Autónoma de Entre Ríos (UADER).

Otro beneficio clave es la posibilidad de desarrollar aplicaciones más robustas y completas para la toma de decisiones. La integración de SIG en IDE permite combinar datos de diferentes fuentes y disciplinas, lo que enriquece el análisis y la comprensión de fenómenos espaciales complejos. Esto tiene aplicaciones en áreas como la gestión del territorio, la planificación urbana, la gestión de recursos naturales y la respuesta a emergencias, entre otras (Pérez y López, 2017).

Si bien dicha integración ofrece numerosos beneficios, también presenta desafíos que deben ser abordados. Uno de los principales es la integración de diferentes formatos y estándares de datos espaciales. Los datos geoespaciales pueden tener diferentes estructuras y representaciones, lo que dificulta su combinación y análisis. Es necesario establecer estándares y protocolos de interoperabilidad que faciliten la integración de datos de manera efectiva (García y Rodríguez, 2018). Otro desafío es la calidad y precisión de los datos geoespaciales. Los errores en los datos pueden tener consecuencias significativas en la toma de decisiones, por lo que es fundamental contar con mecanismos de control y aseguramiento de la calidad de los datos (González y Martínez, 2019). Además, la integración de SIG en IDE requiere un enfoque multidisciplinario que involucre a expertos en diferentes áreas, desde la captura y procesamiento de datos hasta su análisis e interpretación (López et al., 2021). Por otra parte, la compartición de datos geoespaciales plantea desafíos legales y políticos. Es necesario establecer políticas y marcos legales que regulen la compartición de datos entre diferentes instituciones y organizaciones, asegurando la privacidad y seguridad de la información (Pérez et al., 2022).

El estudio basado en SIG ha demostrado ser una estrategia efectiva para integrar las diferentes ramas de las ciencias y geociencias. Esta tecnología permite la integración de información espacial de diversas disciplinas a nivel local y regional, bajo normas y estándares nacionales e internacionales (ISO 19115-OGC), asegurando la interoperabilidad de los datos (IDERA, 2019). Esto facilita la creación de una plataforma virtual para el desarrollo de proyectos colaborativos y la obtención de bases de datos homogéneas, promoviendo el intercambio de información para su posterior análisis y correlación.

El objetivo principal de este artículo es explorar la integración de Sistemas de Información Geográfica para el desarrollo de Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) en el ámbito científico. Se busca comprender cómo esta integración promueve la colaboración entre diferentes disciplinas, mejora la gestión de datos geoespaciales y potencia la toma de decisiones informadas en proyectos de investigación, sumando la difusión de la implementación y puesta en producción en el ámbito de la investigación por parte del Laboratorio de Geología de Llanuras (LAGEO) de un servidor IDE.

Desarrollo

La estandarización e integración de la información geoespacial en un servidor de mapas multi-proxy accesible en una institución de investigación permite integrar la información generada en la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA). Esta tecnología va más allá de un simple servidor, incluyendo la catalogación de información y una metodología para la captura de datos, convirtiéndose en un proveedor de servicios tipo *Cloud Computing Comunitario*. Los entornos de Cloud comunitaria son plataformas de servicios con acceso inmediato, escalabilidad y agilidad, prestados por un grupo de socios con una misma vocación. En la actualidad, estos entornos tienen una creciente aceptación y uso en tareas de investigación, proporcionando un método de trabajo con protocolos y software estandarizados para la captura de datos, catalogación de información, incorporación a un servidor y uso conjunto con otros proxys generados por diferentes líneas de investigación.

El uso de servidores de mapas como herramienta de Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC) amplía las posibilidades en términos de búsqueda de recursos e interacción con grupos de investigación, permitiendo la cooperación y el análisis de datos de manera más dinámica y eficiente. Los servidores de mapas funcionan como una plataforma para la investigación y el desarrollo científico.

El Laboratorio de Geología de Llanuras (LAGEO) ha propuesto una iniciativa para conectar diferentes grupos de trabajo asociados en el ámbito de las Ciencias de la Tierra, Históricas, Naturales, Sociales, de la Salud y otras, a través de la utilización de un Catálogo de Objetos Geográficos basado en la abstracción de la realidad clasificada en conjuntos de datos geográficos. El objetivo es establecer un espacio de trabajo colaborativo entre los laboratorios de las diferentes ciencias, articulando un plan de generación de datos en común. Esta iniciativa está dirigida a grupos y laboratorios de investigación vinculados al CCT-Santa Fe y otras instituciones como la Universidad Nacional del Litoral (UNL) y la Universidad Autónoma de Entre Ríos asociadas a las ciencias, educación e investigación.

Según Smith (2022), “los metadatos desempeñan un papel fundamental en la protección del derecho de autor en los IDE, ya que permiten la identificación precisa del autor y la atribución adecuada de la autoría de las obras geoespaciales” (Smith, op. cit.: 45). En el caso de disputas o infracciones de derechos de autor, los metadatos en los IDE proporcionan una evidencia digital sólida para respaldar los reclamos de propiedad intelectual (Johnson, 2019). Al rastrear y verificar la autoría mediante los metadatos, se fortalece la protección de los creadores y propietarios de obras originales.

La implementación de un servidor de mapas multi-proxy basado en GeoServer y GeoNode, con distintos niveles de acceso para grupos de trabajo, laboratorios, institutos y público en general, facilitará el desarrollo, uso e interoperabilidad de la Información Geoespacial (IG) en las áreas involucradas (Pedersen et al. 2022). Asimismo, se brindará asistencia técnica en la adaptación de un catálogo de Objetos Geográficos de uso común para los diferentes Institutos asociados al proyecto, y se definirá una base de datos PostgreSQL-PostGIS para almacenar los datos. Además, se buscará establecer acuerdos institucionales y técnicos referidos a la adopción de normas, estándares e interoperabilidad con diferentes niveles de IDE regionales y nacionales, así como con otros grupos de actividades científicas (IDERA, IGN, etc.).

En cuanto a la adopción de políticas, protocolos, normas y estándares para la gestión de los datos geoespaciales, se establecerán los lineamientos para afirmar una política de libre acceso y gratuidad de datos fundamentales. Se requerirá que la información geográfica sea identificable, apropiada, accesible e integrada. Se utilizarán normas y estándares para la semántica de la información espacial, la calidad de datos, los metadatos, los catálogos y los servicios web de información geográfica. También se identificarán los subgrupos o áreas productoras de información geográfica que deberían intervenir, realizando un análisis de requerimientos sobre el desarrollo, disponibilidad y uso de datos geoespaciales (Freire, 2018).

En este proyecto se designará a un responsable del funcionamiento del sistema, quien será responsable de la administración, gestión de capacitaciones, asesoramiento y vinculación permanente con las áreas involucradas. También se establecerán responsables por grupos para colaborar en la sensibilización, recolección y uso de la IG. Además, se contará con un responsable del *software* y equipo, encargado del desarrollo y mantenimiento de algoritmos, métodos, programas y aplicaciones que permitan la publicación de un servicio e implementen el geoportal, visualizador, clientes y aplicaciones para visualizar y utilizar los datos geoespaciales. Se establecerán especificaciones técnicas para la normalización de capas (OGC) y se procederá a la instalación del servidor, asegurando el soporte tecnológico e interoperabilidad del sistema. También se definirá el catálogo de objetos geográficos y un glosario de términos, y se difundirá un esquema para la construcción de metadatos. Se desarrollarán Servicios Web Map Service (WMS) y Web Feature Service (WFS) para facilitar el acceso a datos en formatos estándares y garantizar la gestión, almacenamiento, actualización y control de los datos suministrados.

Por otra parte, la IG basada en teledetección y la proliferación de grandes volúmenes de datos de sensores remotos no está exenta de ambigüedades en su correlación e interpretación. El presente proyecto busca establecer un robusto sistema de datos y pun-

tos de calibración de campo que soporte la cartografía espacial generada. La exigencia de información útil para calibración de la IG tanto como la documentación de datos de validación, acompañadas de la detallada “filogenia” de los productores de información de calibración y/o validación es imprescindible. Esto minimizará la difusión de modelos cartográficos asumidos como datos, sin la documentación suficiente que garantice la calidad de los OG propuestos. El proyecto de servidor propuesto promoverá y velará por esta estrategia de trabajo. Por ejemplo, una capa vectorial con geometría poligonal debería estar fundamentada por existencia de otra capa de sitios de muestreo representativos, conteniendo análisis y estudios de detalle.

Conclusiones

La integración de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el desarrollo de Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) es fundamental en el ámbito científico. Permite la colaboración entre disciplinas, mejora la gestión de datos geospaciales y facilita la toma de decisiones informadas en proyectos de investigación. La implementación de servidores de mapas y bases de datos geospaciales, como el caso del servidor de mapas “IDECCT CONICET Santa Fe”, brinda una plataforma virtual para el intercambio y análisis de información a cualquier escala, promoviendo la estandarización e interoperabilidad de los datos.

El uso de tecnologías como Sistemas de Información Geográfica, Infraestructuras de Datos Espaciales y servidores de mapas amplía las posibilidades de búsqueda, interacción y cooperación en el ámbito científico. Estas herramientas permiten el desarrollo de proyectos multidisciplinarios y fomentan la generación de datos en común, propiciando avances en diversas áreas de investigación, como impactos ambientales, predicción de cambios climáticos, demografía, salud, entre otras.

La adopción de políticas, normas y estándares en la gestión de datos geospaciales es esencial para garantizar la calidad, accesibilidad e integración de la información. La colaboración entre diferentes instituciones y la participación de diversos actores involucrados en la generación y uso de datos geospaciales fortalece la implementación de IDE y promueve la interoperabilidad con otras iniciativas a nivel regional y nacional.

En resumen, la integración de Sistemas de Información Geográfica y el desarrollo de Infraestructuras de Datos Espaciales son fundamentales para el avance de las ciencias. Estas tecnologías permiten la colaboración, el intercambio de información y el análisis de datos geospaciales, brindando herramientas efectivas para la investigación científica y el desarrollo sostenible.

Bibliografía Citada

- Díaz, M.; González, L. y P. Martínez, 2020. “Integración de Sistemas de Información Geográfica para el Desarrollo de Infraestructuras de Datos Espaciales” (pp. 42-57). *Revista de Informática y Tecnología Educativa* 33(2).
- IDERA, 2019. *Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina*. Recuperado de: <https://www.idera.gob.ar/>
- ISO/TC 211, 2003. *ISO 19115-OGC: Geographic Information – Metadata*. Recuperado de <https://www.iso.org/standard/26020.html>
- Freire, S., 2018. “Políticas de acceso abierto y datos geoespaciales: un enfoque hacia la gestión efectiva de la información geográfica” (pp. 145-162). *Revista Internacional de Geomática*, 8(2).
- García, J. y A. Rodríguez, 2018. “Integración de Sistemas de Información Geográfica en Infraestructuras de Datos Espaciales” (pp. 58-71). *Revista de Tecnologías de la Información Geográfica* 24(1).
- González, R. y C. Martínez, 2019. “Calidad de datos geoespaciales en Infraestructuras de Datos Espaciales” (e60756). *Investigaciones Geográficas* 48.
- Gutiérrez, J; Sánchez, M. y P. Torres, 2019. “Interoperabilidad en Infraestructuras de Datos Espaciales basadas en tecnologías de la información geográfica” (pp. 209-216). *Ingeniería Industrial* 40(3).
- Johnson, A., 2019. “Metadatos y su importancia en la protección del derecho de autor” (pp. 32-48). *Revista de Derecho Digital* 10(2).
- López, C.; Pérez, J. y M. Rodríguez, 2021. “Integración de Sistemas de Información Geográfica en Infraestructuras de Datos Espaciales para el desarrollo sostenible” (pp. 89-104). *Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo* 4(1).
- Pedersen, O.; Brunetto, E.; Zalazar, M. C. y L. Chiaroto, 2022. Implementación de servidores de mapas para la prospección y análisis multi-proxy de eventos hidrológicos del holoceno para la predicción de eventos futuros en la cuenca distal del Río Paraná, Entre Ríos. En: *XXI Congreso Geológico Argentino*. Puerto Madryn (virtual).
- Pérez, A. y M. López, 2017. “Infraestructuras de Datos Espaciales: una aproximación conceptual” (pp. 25-42). *Revista de Geografía Norte Grande* 68.

- Pérez, J.; Rodríguez, M. y J. Gutiérrez, 2022. “Integración de Sistemas de Información Geográfica en Infraestructuras de Datos Espaciales para la planificación territorial” (pp. 95-114). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 90.
- Smith, R.; Johnson, L. y J. García, 2018. “Integración de Sistemas de Información Geográfica en Infraestructuras de Datos Espaciales para la gestión ambiental” (pp. 112-128). *Revista de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible* 43(1).
- Smith, J., 2022. “El papel de los metadatos en la protección del derecho de autor en los servidores de IDE” (pp. 43-56). En P. García (Ed.), *Avances en Infraestructura de Datos Espaciales*, Editorial ABC, Ciudad de México.

Cita: Pedersen, O. y E. Brunetto, 2023. “Integración de sistemas de información geográfica para el desarrollo de infraestructuras de datos espaciales en las ciencias” (pp. 106-112), *@rchivos de Ciencia y Tecnología* N° 2, FCyT-UADER, Oro Verde.