

Solución Integral de Gestión Geoespacial (SIGG) para la Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Buenos Aires (IDEBA)

María Laura Spinelli, Ricardo Della Motta, Francisco Lanciotti, Diego Lanciotti,
Eugenia Sánchez

María Laura Spinelli, Directora Provincial de Sistemas de Información y Tecnologías,
Subsecretaría de Gobierno Digital, Ministerio de Jefatura de Gabinete de Ministros,
Provincia de Buenos Aires, Argentina.

Ricardo Della Motta, Director de Control de Gestión y Mejora Continua, Dirección
Provincial de Sistemas de Información y Tecnologías.

Francisco Lanciotti, Departamento de Innovación Tecnológica, Dirección de
Control de Gestión y Mejora Continua.

Diego Lanciotti, Departamento de Innovación Tecnológica, Dirección de Control
de Gestión y Mejora Continua.

Eugenia Sánchez, Jefa del Departamento de Calidad, Dirección Provincial de
Sistemas de Información y Tecnologías.

{laura.spinelli, ricardo.dellamotta, francisco.lanciotti,
diego.lanciotti, eugenia.sanchez}@gba.gob.ar
<https://www.gba.gob.ar/jefatura/gobiernodigital>
<https://ideba.gba.gob.ar>

Resumen. Debido a necesidades coyunturales, existen marcadas diferencias en el estado y conformación de las infraestructuras de datos espaciales (IDE's), tanto entre los participantes de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Buenos Aires (IDEBA) como entre los diferentes actores de la Provincia. La generación y publicación de datos geoespaciales en Internet exige múltiples pasos y requerimientos tecnológicos. Esto genera que los diversos actores se vean imposibilitados para aprovechar estas tecnologías porque no cuentan con la infraestructura tecnológica necesaria para su puesta en producción o con recursos humanos capacitados en la materia. En conclusión, el principal problema que enfrentan los actores y miembros de IDEBA en la Provincia de Buenos Aires es la falta de recursos humanos, tecnológicos y financieros para lograr establecer su propia IDE y mantenerla actualizada con interfaces de usuario modernas y estandarizadas en base a lo establecido por IDEBA. En este marco, la Dirección Provincial de Sistemas de Información y Tecnologías (DPSIT) implementó la Solución Integral de Gestión Geoespacial, disponible de manera libre y gratuita para todos los miembros de IDEBA. Este sistema está compuesto por múltiples soluciones tecnológicas, capaz de otorgarle a un organismo una IDE completa, funcional, moderna y personalizable de manera sencilla y rápida.

1 Introducción

La información geoespacial provee la versión digital de nuestro mundo físico y nos permite ilustrar qué está pasando, dónde, cómo y por qué. Todas las personas consumimos y utilizamos datos espaciales para tomar decisiones diarias, aún sin percibirlo.

Tal es la importancia de la temática que, la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para América Latina y el Caribe reconoce que la información geoespacial es fundamental para mejorar la formulación de políticas públicas, el proceso de toma de decisiones y el desarrollo sostenible de las sociedades [1].

Gracias a los avances tecnológicos de las últimas décadas, en la provincia de Buenos Aires existen gran cantidad de actores del sector público, privado, académico, y de la sociedad civil que pueden crear información geográfica. Para propiciar la cooperación entre dichos actores y garantizar el acceso a la información geoespacial se creó la Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Buenos Aires (IDEBA) [2] a través del Decreto N° 609/2020 [3], cuya coordinación ejecutiva está a cargo de la Subsecretaría de Gobierno Digital del Ministerio de Jefatura de Gabinete de Ministros y de la Agencia de Recaudación de la Provincia de Buenos Aires (ARBA).

En IDEBA participan organismos de la Administración Pública Provincial, municipios, instituciones académicas y entidades privadas. Su principal objetivo es impulsar el trabajo colaborativo, la interoperabilidad de los datos y la democratización del acceso a la información producida en el ámbito de la Provincia.

En el marco de la Administración Pública Provincial, IDEBA es un proyecto de vital importancia, ya que brinda la oportunidad de optimizar la gestión de los recursos humanos, tecnológicos y económicos; y permite mejorar el diseño de políticas públicas, la toma de decisiones y los servicios que el Estado Provincial brinda a la ciudadanía.

Hoy, IDEBA enfrenta el desafío de fortalecer a sus adheridos, y en este sentido, implementa la Solución Integral de Gestión Geoespacial, que brinda herramientas tecnológicas libres y capacitaciones para que todos los miembros de la comunidad y aquellos que desean participar puedan crear sus propias IDEs.

2 Situación - Problema u Oportunidad

Entre los 26 adheridos a IDEBA existe una notoria diversidad en los niveles de avance en la constitución de sus Infraestructura de Datos Espaciales (IDE's). Esto último repercute en la necesidad de diferentes soluciones tecnológicas que les permitan cuestiones disímiles: compartir capas dentro del mismo equipo de trabajo,

publicar capas en internet, mostrar y visualizar capas, y gestionar metadatos de las capas, entre otros temas.

En este punto resulta importante mencionar que la generación y publicación de datos geospaciales en Internet exige varios pasos y requerimientos técnicos, los cuales se mencionan a continuación:

1. La generación de datos geográficos se realiza mediante un sistema de información geográfica, normalmente un programa de escritorio que permite plasmar aspectos del mundo real en un mapa.
2. El almacenamiento para un trabajo colaborativo requiere de una base de datos en una nube, que permita el acceso de los miembros del equipo a los mapas en los que están trabajando.
3. La publicación en internet se recomienda hacer a través de servicios OGC [4], entre ellos WMS y WFS¹, para una mejor interoperabilidad.
4. La visualización se logra por medio de visores web que necesitan ser gestionados para decidir qué mostrar en ellos.
5. La publicación de metadatos se hace mediante catálogos de metadatos web o servicios WCS.
6. Finalmente, el control del funcionamiento de todos estos servicios requiere de un sistema que los englobe a todos.

En tal sentido, tanto organizaciones adheridas a IDEBA, como potenciales adherentes, se ven imposibilitados de aprovechar estas tecnologías porque no cuentan con la infraestructura tecnológica necesaria para su puesta en producción o con recursos humanos capacitados en la materia.

En conclusión, entre los principales problemas que enfrentan los actores y miembros de IDEBA en la Provincia de Buenos Aires se encuentran la falta de recursos humanos, tecnológicos y financieros para lograr establecer su propia IDE y mantenerla actualizada con interfaces de usuario modernas y estandarizadas en base a lo establecido por IDEBA.

En este marco surge la Solución Integral de Gestión Geoespacial (SIGG), disponible de manera libre y gratuita para todos los miembros de IDEBA. La SIGG de IDEBA está compuesta por las siguientes soluciones tecnológicas:

- **Software libre QGIS:** para generar las capas.
- **Base de Datos PostgreSQL PostGIS:** para almacenar los datos y guardar la información en un ambiente seguro y privado.
- **Geoserver:** para disponibilizar las capas en internet mediante geoservicios.

¹ WMS y WFS - Web Map Services: Es una interfaz HTTP simple para solicitar imágenes de mapas geo-registradas de una o más bases de datos geospaciales distribuidas. Web Feature Services: una interfaz de comunicación que permite interactuar y obtener objetos geográficos completos.

- **Gestor y visualizador** de desarrollo propio: para gestionar y visualizar las capas en el visor de mapas.
- **GeoNetwork**: para conocer la calidad de los datos. De esta manera, la ciudadanía puede conocer el origen y calidad de los datos de la capa.
- **GeoHealthCheck**: para monitorear y verificar el correcto funcionamiento de los geoservicios.

Para resolver el problema principal de los actores que desean sumarse a la comunidad geoespacial de la Provincia, la SIGG provee todas las herramientas indispensables para compartir información geoespacial. Esto permitiría mejorar la toma de decisiones y la eficacia de los diferentes niveles del Estado en la Provincia, a la vez que promover la soberanía tecnológica de la provincia de Buenos Aires y el trabajo colaborativo entre el sector público, privado y académico.

3 Objetivos

Objetivo General

Brindar soluciones tecnológicas y capacitaciones a los miembros de IDEBA y potenciales adherentes, a fin de promover e impulsar la producción y consumo de datos espaciales estandarizados y actualizados, así como la interoperabilidad de la información geográfica generada en el ámbito de la provincia de Buenos Aires, y, de esta manera, democratizar el acceso a los recursos tecnológicos y al conocimiento específico en la materia.

Objetivos Específicos

Desarrollo de un paquete compuesto por tecnologías de software libre para la generación de diferentes IDE's.

Configuración de un servicio nube para que los actores/organismos puedan acceder a crear y administrar sus propias IDE's de forma fácil y rápida.

Implementación de un plan de capacitación y asesoramiento técnico para acompañar el proceso de formación de las IDEs.

4 Propuesta o Solución

Luego de un proceso de evaluación y análisis de la problemática anteriormente expuesta, el equipo técnico de IDEBA que desempeña sus funciones en la Dirección Provincial de Sistemas de Información y Tecnologías (DPSIT) diseñó, desarrolló e implementó la “Solución Integral de Gestión Geoespacial - SIGG”, un paquete de herramientas tecnológicas de software libre que cubre las necesidades de almacenamiento, publicación en internet, gestión y visualización, catalogación de metadatos y control de servicios. Además, se creó un ambiente virtualizado específico para alojar dicho conjunto de soluciones para que los diferentes actores tengan acceso a sus propias IDEs.

Siguiendo estos parámetros, la SIGG cuenta con las siguientes soluciones:

- Utilización de software de escritorio QGIS para producir información espacial.
- Base de Datos PostgreSQL-PostGIS para almacenamiento en la nube.
- Varios Geoserver (v2.20.1) para la publicación en internet.
- Página web para un Visualizador con su Gestor.
- Una página web para mapas incrustables.
- Geonetwork como catálogo web de metadatos.
- Geohealthcheck para control de servicios.

Como parte de la implementación, complementariamente se está llevando a cabo un plan de capacitaciones sobre la materia, en conjunto con el Instituto Provincial de la Administración Pública (IPAP), a fin de socializar los conocimientos del equipo técnico de DPSIT con todos los actores involucrados. Además, dicho equipo realiza asesorías técnicas a través de reuniones personalizadas con cada organismo, municipio o unidad académica para acompañarlos en la construcción de su IDE.

A continuación se detallan las características de cada componente de la SIGG.

4.1 QGIS

A fin de determinar cuál era el software libre más eficiente para producir información geográfica se realizó un trabajo de investigación sobre los sistemas de información geográfica (SIG) de escritorio disponibles. A partir de este análisis, el equipo técnico de la DPSIT resolvió que QGIS es la herramienta más amigable, completa, actualizada y eficiente.

En tal sentido, se asesoró y capacitó a los adheridos y potenciales adherentes sobre el uso de esta herramienta.

4.2 Base de Datos PostgreSQL-PostGIS

Para que los/as usuarios/as de la SIGG puedan almacenar sus capas se implementó una base de datos espacial PostgreSQL-PostGIS, que permite guardarlas de manera segura y privada.

Cada organismo cuenta con su propio espacio de trabajo privado en la base de datos. Esto les permite subir capas a la nube, editarlas o descargarlas desde cualquier equipo que tenga acceso a internet, facilitando el trabajo en equipo desde múltiples dispositivos.

A fin de mantener la privacidad de cada organismo, los espacios de trabajo se encuentran protegidos bajo credenciales de acceso, que permiten, a su vez, fortalecer la seguridad de la información.

4.3 Geoserver

Para que puedan disponibilizar sus capas en la web de manera pública se utiliza el software libre “Geoserver”. Esta herramienta permite almacenar mapas en internet y generar servicios OGC [4] (en particular WMS y WFS) para ver, consumir y descargar los mapas guardados en el servidor.

Dependiendo de sus características particulares, cada organismo tiene acceso a un espacio de trabajo privado dentro de un Geoserver. El proceso de publicación de mapas es transparente para los/as usuarios/as, ya que el Geoserver los busca en la base de datos PostgreSQL-PostGIS y los disponibiliza desde allí.

Estos espacios privados de trabajo también están protegidos a través del sistema de credenciales de acceso. De esta manera, se asegura la conexión con el espacio de trabajo privado que tienen en la base de datos PostgreSQL-PostGIS y, por lo tanto, el acceso a los mapas de ese organismo y la correcta publicación de los mismos.

4.4 Gestión y Visualizadores de Mapas

Para que un organismo pueda mostrar todos sus mapas y capas en un sitio web que centralice esta información y que sea accesible a toda la ciudadanía, el equipo técnico de la DPSIT desarrolló un sistema de gestión para visualizadores, junto con visualizadores personalizables para cada organismo.

El desarrollo está compuesto por 3 partes:

- **Gestor:** la gestión y personalización de los visualizadores.
- **Visualizador:** páginas web para ver los mapas y capas, incorporando múltiples herramientas y complementos para análisis
- **Mapas incrustables:** la posibilidad de armar mapas simples que se puedan incrustar en páginas web institucionales

4.4.1 Gestor

Para que un/a usuario/a pueda configurar y personalizar su visualizador se desarrolló un sistema de gestión web. Esta aplicación está conectada a un servicio privado API REST que guarda las diferentes configuraciones en una base de datos central. El front-end se desarrolló en Vuejs (versión 2) y el back-end con Python-Flask (versión 2.1).

El Gestor cuenta con una página principal que contiene las URLs de cada herramienta de la SIGG, para un acceso rápido y secuencial.

El diseño de la interfaz se pensó poniendo el foco en una buena experiencia de usuario para los/as técnicos/as SIG. Para ello, se utilizó Vuetify (versión 2.6.6) en Vue, aplicando así los estándares de Material Design para una interfaz moderna. Además, se automatizó la carga de los datos, haciéndola más sencilla para los/as usuarios/as.

De esta manera, desde el Gestor se eligen los datos de las capas en los Geoservers (WMS, nombre de la capa), las categorías en que se desean mostrar y los complementos que se adicionarán al Visualizador.

Cada organismo cuenta con credenciales de acceso asignadas para ingresar al Gestor. Las configuraciones que los organismos eligen se envían a la API REST y se guardan en la base de datos del Gestor.

Además, desde el Gestor se pueden generar mapas incrustables para incluir en las páginas institucionales de cada organismo o municipio.

4.4.2 Visualizadores personalizables

Para poder mostrar las capas del organismo en una sola página web, se desarrolló un visualizador personalizable y se organizaron múltiples visualizadores en diferentes rutas dentro de la página principal. Normalmente, el visualizador de una IDE es una página web estática, es decir, se programa una vez y no se vuelve a modificar.

Lo innovador del desarrollo de este Gestor con visualizadores múltiples, radica en que un organismo puede editar su visualizador desde el Gestor, adaptándolo a sus necesidades particulares.

Como base para el visor de mapas se utilizó la librería de JavaScript “Leaflet”, versión 1.8.0 junto a Leaflet - Vue, que proveen funcionalidades para la gestión de mapas con sus leyendas y atributos. Como principio general, el visualizador puede mostrar las capas y categorías que el organismo desee, en el orden que considere pertinente. Además se incorporaron complementos de leaflet y otros desarrollos propios, como son:

- Transparencia de mapas.
- Herramientas de dibujo y medición.
- Ubicación por coordenadas.

- Ubicación actual y búsqueda de puntos más cercanos.
- Geocodificador de direcciones.
- Minimapa.
- Complemento para captura de pantalla.
- Búsqueda de capas.
- Filtros para capas específicas.
- Carga de capas temporales.
- Precarga de cartografía base.
- Múltiples mapas base: Argenmap, Argenmap gris [5], mapa satelital Bing [6], mapa urbano OpenStreetMap [7].
- Visualización de imágenes dentro de atributos de las capas (configurado desde el Geoserver).
- Enlaces con información sobre las capas y sus metadatos.

Asimismo, se diseñaron varios estilos visuales para la interfaz gráfica del visualizador. De esta manera, el organismo puede elegir entre 3 tipos de identidades:

- Un estilo clásico basado en las herramientas del IGN.
- Un estilo intermedio diseñado con Bootstrap-Vue versión 2.22.0.
- Un estilo moderno creado con Vuetify para Vue versión 2.6.6.

Se desarrolló una API REST pública utilizando Python - Flask (versión 2.1), la cual se encarga de leer las configuraciones de los visualizadores al momento de mostrarlos y los envía a la página web. Para evitar potenciales conflictos de CORS (Cross-Origin-Resource-Sharing)² a la hora de manejar los datos de las capas completas que llegan por WFS, se implementó un proxy de aplicación a través de dicha API REST pública.

4.4.3 Mapas incrustables

Para que los organismos y municipios puedan mostrar pequeños y simples mapas en sus páginas institucionales, se desarrolló una página web con Vue.JS. que se configura a través del Gestor, el cual genera etiquetas <iframe> HTML para que se puedan agregar directamente a otras páginas web.

Esta página recibe las diferentes configuraciones desde la base de datos central y genera un mapa con una o más capas precargadas. Los mapas son simples, con pocos complementos y muestran los atributos de manera sencilla.

Asimismo, se trabajó en la configuración de la seguridad de los mapas incrustables [8], de manera que se puedan mostrar en páginas institucionales sin inconvenientes.

² El intercambio de recursos de origen cruzado o CORS (Cross-origin resource sharing) es un mecanismo que permite que se puedan solicitar recursos restringidos en una página web desde un dominio diferente del dominio que sirvió el primer recurso.

4.5 Geonetwork

Para asegurar la calidad de los datos y que la ciudadanía pueda conocer el origen y datos específicos de cada capa se implementó la herramienta web “Geonetwork” [9], asignando espacios, grupos y usuarios para cada organismo.

El equipo técnico de la DPSIT trabajó en la adaptación de este catálogo en función de las particularidades del proyecto. En tal sentido, se realizaron las traducciones necesarias, se cambió el mapa base para el visor interno y se mejoró el sistema de creación de miniaturas.

Se utilizaron los estándares de IDERA [10] y una plantilla simplificada para guiar la generación de metadatos por parte de los organismos [11]. El catálogo de metadatos que los organismos alimentan es público y abierto a la comunidad.

A cada usuario/a se le asignan credenciales de acceso para fortalecer la seguridad de los datos.

4.6 Geohealthcheck

Para llevar el control del estado de los múltiples servicios, se implementó un Geohealthcheck [12], un sistema web de control para Geoserver y otros servicios.

Geohealthcheck controla periódicamente que los diferentes servicios y Geoserver respondan de manera correcta. Además genera estadísticas para cada servicio, en función de su desempeño en el tiempo. El sistema web es de acceso público y no requiere credenciales.

4.7 Capacitaciones y Asesoramiento

A fin de acompañar a los adheridos y a los potenciales adherentes en el proceso de creación de sus IDEs, se implementó un plan de capacitación con cursos específicos sobre la temática. El mismo se trabajó en conjunto con el Instituto Provincial de la Administración Pública (IPAP).

En el período enero- mayo de 2022 ya se capacitaron más de 90 personas de 25 organismos, municipios y unidades académicas.

Además, se realizan permanentemente reuniones de asesoramiento técnico para resolver consultas y explicar el funcionamiento de la SIGG.

5 Conclusiones

La creación e implementación de la Solución Integral de Gestión de Geoespacial permitió dar respuesta a las necesidades de diferentes organismos, municipios y unidades académicas que afrontaban diversas dificultades para implementar sus

propias IDEs, lo que les permite producir y consumir información geoespacial estandarizada y de calidad. A la fecha, casi la mitad de los adheridos a IDEBA están utilizando todos los servicios que provee la SIGG.

A través de este conjunto de soluciones tecnológicas y del plan de capacitaciones se avanzó en la democratización del acceso a los recursos tecnológicos y al conocimiento específico en la materia. Todas estas mejoras permiten, a corto y mediano plazo, facilitar la toma de decisiones en el Estado, optimizar los recursos tecnológicos y humanos con respecto a la carga de datos y análisis, y fortalecer la autonomía de los organismos, que ahora pueden personalizar sus IDE's de manera rápida, fácil y según las necesidades de la provincia de Buenos Aires.

Referencias

1. UN. General Assembly (71st sess. : 2016–2017). (10 Julio 2017). *Work of the Statistical Commission pertaining to the 2030 Agenda for Sustainable Development : United Nations Digital Library System*. <https://digitallibrary.un.org/record/1291226?ln=es>
2. Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Buenos Aires (2020). *IDEBA*. IDEBA. <https://ideba.gba.gob.ar/>
3. Poder Ejecutivo de la Provincia de Buenos Aires. (2020). *Decreto N° 609/2020*. Buenos Aires, Argentina. <https://normas.gba.gob.ar/ar-b/decreto/2020/609/214065>
4. Open Geospatial Consortium (1994). *Estándares OGC*. OGC. <https://www.ogc.org>
5. Instituto Geográfico Nacional. (s.f.) *Argenmap - Mapa Base*. IGN. <https://www.ign.gob.ar/AreaServicios/Argenmap/Introduccion>
6. Microsoft Bing Maps (2005). *Bing Maps*. <https://www.bing.com/maps>
7. Fundación OpenStreetMap (2004). *OpenStreetMap*. <https://www.openstreetmap.org/>
8. Mozilla Corporation. (18 Junio 2022). *Content Security Policy (CSP) - HTTP | MDN*. Mdn. <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTTP/CSP>
9. Open Source Geospatial Foundation. (2022, May). *Home — GeoNetwork opensource*. Geonetwork Opensource. <https://geonetwork-opensource.org/>
10. IDERA. (2022). *Estándares y normas*. IDERA. https://www.idera.gob.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=252&Itemid=451
11. IDERA. (22 Mayo 2022). *perfiles/iso19139*. GitHub. <https://github.com/idera/perfiles/tree/master/iso19139>
12. van den Broecke, J., & Kralidis, T. (2016). *GeoHealthCheck*. Geohealthcheck. <https://geohealthcheck.org/>