

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO

FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS SOCIALES



Tesis de Grado

Licenciatura en Geografía

**La gestión integral de la información geoespacial en el ámbito de la Universidad
Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.**

Alumno: Tec. Schuler Leonardo Javier

Directora: Dra. Cristina Beatriz Massera

Año 2023

Prefacio

Esta tesis se presenta como parte de los requisitos para optar al grado académico de Licenciado en Geografía de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad u otra. La misma contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en el ámbito del Departamento de Geografía de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, el Laboratorio en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección (LABSIGYT), el Grupo de Investigación Geografía, Acción y Territorio (GIGAT), el Instituto de Investigaciones Geográficas de la Patagonia (IGEOPAT), durante el período comprendido entre 2019 y 2023, bajo la dirección de la profesora Cristina Massera.

Agradecimientos

A Enzo y Sil, por rodearme de amor.

A mis padres, Antonia y Miguel, por incentivar me a estudiar y darme el privilegio de acceder a la Universidad Pública.

A mis hermanos, sobrinos y a toda mi gran familia.

A mis amigos y compañeros, quienes siempre estuvieron presentes para brindarme su apoyo.

A mis colegas y docentes del Departamento de Geografía, por ofrecerme la oportunidad de desarrollar este trabajo.

A mis compañeros de la Dirección General de Topografía, por acompañarme en el proceso de escritura de este trabajo.

Y a mi directora, Cristina, por su invaluable apoyo en mi crecimiento y por guiarme a lo largo de todo este proceso.

A la memoria de Ignacio Martín Schuler

Resumen

La Infraestructura de Datos Espaciales de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (IDE-UNPSJB) cumple un rol fundamental al coordinar las diversas bases de datos espaciales existentes y ponerlas al servicio de nuevos proyectos. Este enfoque posibilita la reutilización de esfuerzos, la optimización de recursos y la reducción de costos dentro de la comunidad universitaria, contribuyendo así al proceso de sociabilización y democratización de la información científica.

El objetivo general delineado para el desarrollo de este trabajo consiste en consolidar a la IDE-UNPSJB como un recurso institucional que proporciona las capacidades necesarias para hacer accesible e interoperable la información geográfica en la región. Como resultado, se busca asegurar la cooperación entre diversas instituciones y áreas académicas, promover el uso sencillo de datos geoespaciales y garantizar la integración y calidad de los geodatos como recurso esencial para la toma de decisiones en políticas universitarias.

Abstract

The Spatial Data Infrastructure of the National University of Patagonia San Juan Bosco (IDE-UNPSJB) plays a fundamental role in coordinating various existing spatial databases and putting them at the service of new projects. This approach enables the reuse of efforts, optimization of resources, and reduction of costs within the university community, thus contributing to the process of socialization and democratization of scientific information.

The overall objective outlined for the development of this work is to consolidate IDE-UNPSJB as an institutional resource that provides the necessary capabilities to make geographic information accessible and interoperable in the region. As a result, it aims to ensure cooperation between various institutions and academic areas, promote the straightforward use of geospatial data, and guarantee the integration and quality of geodata as an essential resource for decision-making in university policies.

Índice General

Prefacio.....	2
Agradecimientos.....	3
Resumen.....	4
Abstract.....	4
Índice General.....	5
Índice de Tabla y Figuras.....	7
Acrónimos.....	8
Introducción.....	9
Presentación del tema y problema de investigación.....	11
Antecedentes.....	12
Las iniciativas IDE en Latinoamérica.....	13
IDE de Escala Nacional.....	14
IDE de Universidades Públicas de Argentina.....	16
Experiencias IDE en la UNPSJB.....	17
Objetivos.....	20
Objetivo general.....	20
Objetivos específicos.....	20
CAPÍTULO I: Infraestructura de Datos Espaciales.....	21
Marco Integrado de Información Geoespacial (IGIF).....	21
Tipos de información geoespacial.....	29
Modelos de representación de información geográfica.....	30
Modelo de representación raster.....	30
Modelo de representación vectorial.....	30
Información geográfica.....	31
Formatos de información geográfica.....	31
Información geoespacial.....	32
Definición y componentes de una IDE.....	32
Recursos para la interoperabilidad de la IG.....	36
Metadatos.....	36
Estándares.....	37
ISO/TC 211 Información Geográfica/Geomática.....	37
Open Geospatial Consortium (OGC).....	38
Catálogos de Objetos Geográficos.....	40
CAPÍTULO II: Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) en Universidades Nacionales Públicas.....	42
Políticas públicas.....	43
Nodos IDE Universitario como política de democratización de la información.....	44
Gobernanza aplicada a los datos geoespaciales.....	44
La gobernanza de la IDE en las Universidades Públicas.....	45

Gobernanza de la Infraestructura de Datos Espaciales del Sudoeste Bonaerense de la Universidad Nacional del Sur.....	46
Directivas del Grupo de Trabajo Academia y Ciencia de IDERA.....	48
Gobernanza de la IDE-UNPSJB.....	49
Actores institucionales de la IG en la UNPSJB.....	52
Escalas y Jurisdicciones de intervención de los actores.....	53
CAPÍTULO III: Metodología.....	55
Secuencia de tareas y procedimientos.....	55
Diseño del sistema referente a software y hardware.....	56
Base de datos con extensión geoespacial.....	58
PostgreSQL.....	59
PostGIS.....	61
Metadatos.....	62
Protocolos OGC para Geoservicios.....	63
Protocolo Web Map Service.....	64
Protocolo Web Feature Service.....	64
Sistemas de referencia (EPSG).....	66
Catálogos de Objetos Geográficos.....	66
Geoportal.....	67
CAPÍTULO IV: IDE UNPSJB.....	70
Modelo de Base de Datos Integral de la IDE-UNPSJB.....	73
Modelo de implementación y despliegue.....	75
Carga, actualización y mantenimiento de la información.....	75
Geoservicios de la IDE-UNPSJB.....	79
Geovisor de la IDE-UNPSJB.....	86
Metadatos para la IDE-UNPSJB.....	88
Difusión de la IG de la UNPSJB.....	89
Geoportal de la IDE-UNPSJB.....	90
Conclusiones.....	92
Bibliografía.....	94
Páginas web consultadas.....	97
Anexo.....	98

Índice de Tabla y Figuras

Figura 1: Características de los formatos ficheros OGC	39
Figura 2: Estructura de creación de la IDE Institucional UNS.	47
Figura 3: Comité asesor de Gobernanza UNPSJB.	50
Figura 4: Mapa de la distribución espacial de las Unidades Académicas de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.	54
Figura 5: Ejemplo del modelo cliente/servidor.	57
Figura 6: Esquema general de PostgreSQL.	60
Figura 7: Interfaz de plataforma GEONODE v2.4.	70
Figura 8: Características de las Máquinas Virtuales utilizadas para la implantación IDE. Servidor I y Servidor II.	73
Figura 9: Diseño de la base de datos para la Infraestructura de datos espaciales.	74
Figura 10: Ventana de los parámetros de conexión de la base de datos en el entorno de QGIS.	76
Figura 11: Ventana de conexión a la base de datos en QGIS.	77
Figura 12: Ventana del administrador de BBDD del entorno de QGIS.	78
Figura 13: Ventana de importación de capa vectorial de QGIS.	79
Figura 14: Interfaz de inicio de Geoserver.	80
Figura 15: Vista de los formatos admitidos como almacén de datos en GeoServer.	81
Figura 16: Vista de la conexión a la base de datos Postgis en GeoServer.	82
Figura 17: Vista de las capas disponibles en el almacén de datos para la publicación en GeoServer.	82
Figura 18: Vista de la edición de capas y la información de publicación.	83
Figura 19: Vista de la edición de estilos en Geoserver.	84
Figura 20: Vista de la gestión de la publicación del Geoservicio WMS.	85
Figura 21: Vista de la edición del espacio de trabajo. Activar geoservicios.	86
Figura 22: Interfaz de la página de inicio MapStore. Mapas temáticos disponibles.	87
Figura 23: Mapas temáticos de los sitios de interés de ANP Rocas Coloradas.	87
Figura 24: Interfaz de catálogo de metadatos de Geonetwork.	88
Figura 25: Interfaz de Geonetwork. Carga de plantilla de Vector de IDERA.	89
Figura 26: Esquema básico del geoportal de IDE-UNPSJB.	90
Figura 27: Página de Inicio de Geoportal de la IDE-UNPSJB.	91

Acrónimos

COG: Catálogo de Objetos Geográficos

CSW: Catalog Service Web

ICDE: Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales

IDE: Infraestructura de Datos Espaciales

IDERA: Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina

IGIF: Integrated Geospatial Information Framework (Marco Integrado de Información Geoespacial)

INSPIRE: Infrastructure for Spatial Information in Europe

IPGH: Instituto Panamericano de Geografía e Historia

NSDI: National Spatial Data Infrastructure

OGC: Open Geospatial Consortium

SIG: Sistemas de Información Geográfica

UN-GGIM: United Nations Global Geospatial Information Management (Comité de Naciones Unidas para la Gestión Global de Información Geoespacial)

WCS: Web Coverage Service

WFS: Web Feature Service

WMS: Web Map Service

Introducción

En los últimos años, las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDEs) tuvieron gran admisión en los organismos gubernamentales, instituciones académicas, sector privado, instituciones no gubernamentales y la ciudadanía en general como herramienta para mejorar la interoperabilidad de datos, información y servicios geoespaciales. De esta manera, cada entidad genera políticas que se direccionan hacia la democratización de la información bajo estándares de calidad que permiten interoperabilidad e integración de la información geoespacial generada por las distintas instituciones que, emplean los mismos estándares en la creación de su información geoespacial.

La Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB) comenzó a trabajar en este sentido a partir de su adhesión a la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA) desde el año 2015.

La creación de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (IDE-UNPSJB) materializó un largo proceso de experimentación en la divulgación de la información geoespacial, logrando un objetivo necesario para esta casa de altos estudios y prestigio académico. Como expresa en su estatuto en la ORD CS N°120, la Universidad realizará una labor organizada en la formación de la conciencia democrática, vigorosa y esclarecida, como también en la capacitación cultural y técnica del pueblo.

Es por lo antes mencionado que la UNPSJB tiene la obligación de abordar las demandas sociales emergentes y debe poner a disposición de la comunidad los resultados de las investigaciones de una manera sencilla y amigable. Una muestra de ese proceso es el trabajo realizado durante el temporal de Comodoro Rivadavia en el año 2017, reflejado en el libro compilado por el Dr. Jose Paredes publicado en el año 2019 denominado “Comodoro Rivadavia y la catástrofe de 2017. Visiones múltiples para una ciudad en riesgo”.

Como plantea Lanari (1995) las actividades de investigación de las universidades deben ser un apoyo para el trabajo del Estado y para el bien común de la sociedad. En este sentido, se intentará poner en agenda la IDE-UNPSJB como política universitaria para darle sustento a lo largo de los años y que se logre instalar como recurso de gestión para la toma de decisiones.

La democratización de los datos geográficos proporciona la capacidad de accesibilidad a la Información Geográfica (IG) a los usuarios cuando sea necesario, eliminando las barreras de acceso. Este proceso de empoderamiento permite que las partes interesadas puedan acceder a la información para generar conocimiento sin la necesidad de ayuda.¹ (Aswani Akella, 2017)

La implementación de la IDE en la Universidad Pública pone en relación las múltiples bases de datos espaciales generadas, las cuales pueden ser utilizadas como insumos en nuevos proyectos de investigación y docencia. De esta manera, se podrá reutilizar la información, optimizar los esfuerzos y disminuir los costos, al menos hacia el interior de la comunidad universitaria. En este proceso de construcción de relaciones se estima obtener grandes beneficios para la comunidad universitaria, porque aumenta la disponibilidad de información geográfica y pone en conocimiento los trabajos realizados. De este modo se optimizan los esfuerzos para la creación de geodatos y se promueve la articulación entre los equipos de trabajo.

Estos beneficios no podrían ser aprovechados en su totalidad sin que el sistema funcionara correctamente en múltiples plataformas y formatos. A fin de garantizar la interoperabilidad del sistema, los recursos deben cumplir una serie de condiciones (normas, especificaciones, protocolos, interfaces, etcétera) que permiten que un usuario, utilizando un simple navegador, pueda combinarlos según sus necesidades. Por lo tanto, una IDE implica también un conjunto de políticas, estándares, organizaciones y recursos tecnológicos que facilitan la producción, obtención, uso y acceso a la información georreferenciada. (Linares, 2015)

La creación de datos espaciales deben cumplir con los estándares establecidos por una organización o comunidad de mayor jerarquía que brindan las recomendaciones respecto a la gestión y uso de la información geográfica.

En la tesis propuesta se presentarán argumentos para fundamentar que la IDE no solo debe ser considerada como una política universitaria, sino también como una política pública que beneficie al Estado y a la sociedad. El aporte de las IDE a la gestión de los gobiernos, la diagramación de políticas públicas y la toma decisiones basadas en evidencia concreta.

¹<https://www.geospatialworld.net/article/geo-data-democratization-decision-support-system/>

Presentación del tema y problema de investigación

La UNPSJB cuenta con gran cantidad de información geográfica dispersa dada la variedad de disciplinas que investigan en territorio aplicando información geográfica, sin tener en cuenta los estándares establecidos para integrar dicha información. Adoptar los lineamientos establecidos por la Infraestructura de Datos Espaciales de República Argentina (IDERA) permitirá la integración de la información geoespacial entre las sedes de la Universidad con otras instituciones u organismos que emplean los mismos criterios para la creación de información geoespacial.

La IDE-UNPSJB, en el escenario ideal, brindará una mejora en la manera de comunicar, socializar y democratizar la información geoespacial generada por la Universidad.

En la presente tesis exploratoria, se busca investigar la implementación de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) en el ámbito universitario y proporcionar herramientas para la gestión integral de la información geoespacial en instituciones académicas. Para ello, se examinan los documentos borradores publicados en marzo de 2020 de la Guía de Implementación del Marco Integrado de Información Geoespacial (IGIF) del Comité de Expertos de las Naciones Unidas en Gestión Global de Información Geoespacial. Se extraen algunas propuestas de las nueve vías estratégicas con el criterio de que pueden ser aplicables al contexto institucional universitario. Rescatar aportes de todas las vías estratégicas requiere de otra pericia que va más allá del ámbito de la geografía. Cabe destacar que esta guía de implementación se considera un documento dinámico que se ajusta a los avances tecnológicos.

Este trabajo plantea generar propuestas para la gestión integral de la información geoespacial orientada a los productores, proveedores y usuarios. Crear una guía documentada garantiza que la IG se maneje de la misma manera por todas las personas de la institución en las distintas sedes. Cada usuario con las credenciales correspondientes podrá participar en el proceso de actualización de manera autónoma. Este proceso será validado por los administradores de IDE-UNPSJB, donde verificarán si la información que se creó o actualizó, cumple con los metadatos y los estándares propuestos en la IDE. Una vez verificada la IG podrá ser difundida a toda la comunidad universitaria en particular y a la sociedad en general.

El proceso de publicación de la IG podría generar cierto grado de desconfianza en el pensamiento colectivo, una percepción recurrente en diversas reuniones preliminares de trabajo. Esta sensación se traduce en la inseguridad que surge respecto a la autoría de la información creada por el docente-investigador. En consecuencia, se busca trabajar de manera colectiva para concientizar sobre las potencialidades de la IDE, sus normativas y promover el uso de metadatos. Estos últimos ofrecen garantía respecto a la autoría de la información generada por cada usuario o investigador.

Preguntas

De lo antes expresado surgen los siguientes interrogantes

- ¿Cómo se gestiona la información geoespacial en el ámbito UNPSJB?
- ¿Cuáles son las necesidades de la comunidad universitaria respecto a la IG?
- ¿Qué rol cumple la Universidad en la IDE?
- ¿Cómo se integra la IDE a la política universitaria de la UNPSJB?

Antecedentes

En las últimas décadas, las IDE han asumido un papel principal en la gestión y divulgación de la información geoespacial a nivel mundial. Este proceso se ha desarrollado a distintas velocidades, dependiendo de la disponibilidad de tecnologías y recursos humanos en las instituciones productoras.

Las IDE surgieron inicialmente a una escala de trabajo macro con información de menor grado de detalle (IDE Nacionales). Posteriormente, la escala de trabajo se extendió hasta lo micro (IDE de gobiernos locales o institucionales) con información de mayor grado de detalle.

Algunos autores hacen mención sobre las principales iniciativas IDE de gran importancia. Con relación a ello, la organización *Global Spatial Data Infrastructure* (GSDI), fundada en 1996, reúne las distintas organizaciones, agencias, compañías e individuos de distintas partes del mundo. Sus principales objetivos son servir como punto de contacto para todos aquellos de la comunidad global implicados en el desarrollo, implementación y avances de conceptos sobre IDE como: impulsar las IDE que apoyan sistemas sociales, económicos y medioambientales sostenibles, integrados desde la escala local a la global; promover el uso informado y responsable de la

información geográfica y las tecnologías espaciales para el beneficio de la sociedad (Olaya, 2014).

En 1994 fue creada una de las IDE más importantes denominado NSDI (*National Spatial Data Infrastructure*). Este proyecto desarrollado por Estados Unidos es el primer antecedente que resume muchos años de desarrollo.

El proyecto NSDI, desde su creación hasta la actualidad, ha sido de gran influencia por el trabajo desarrollado en el ámbito IDE y por su carácter de pionero en este campo (Olaya, 2014).

Los objetivos principales destacados por Echeverría (2001) son:

- La implantación de mecanismos para el descubrimiento, acceso y distribución de datos, materializados en una red electrónica distribuida que enlace a productores, gestores y usuarios de información geográfica.
- El establecimiento de estándares de intercambio de información, la documentación de los conjuntos de datos espaciales existentes y producidos en el futuro de acuerdo con un estándar de metadatos y su difusión pública a través de la red.
- La identificación y desarrollo de los conjuntos de datos espaciales más comunes y habitualmente necesitados.
- La difusión pública de la información espacial producida por la administración federal.
- El establecimiento de acuerdos entre organismos para la producción de información espacial de interés conjunto, de forma que se eviten duplicidades y solapes de esfuerzos.

La Unión Europea posee su propia iniciativa denominada INSPIRE (*Infrastructure for Spatial Information in Europe*) que aglutina distintas instituciones, focalizada en la creación de políticas o actividades que puedan tener impacto en el medio ambiente. Tiene el objetivo de intercambiar datos espaciales relacionados al ambiente entre las organizaciones del sector público, facilitar el acceso público a la información espacial en toda Europa y ayudar en la formulación de políticas a través de las fronteras (INSPIRE, 2019).

Las iniciativas IDE en Latinoamérica

En el contexto de América Latina y el Caribe existen distintos antecedentes de IDE. El programa GeoSUR, lanzado en el año 2007, es uno de los primeros en abordar la mejora de la capacidad de los países latinoamericanos y caribeños para acceder, gestionar y utilizar información geoespacial. Este programa es una iniciativa de Banco de Desarrollo de América Latina y el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH) cuyo objetivo es promover el uso y disseminación de la información geoespacial relevante producida en la región para la planificación, el desarrollo sostenible y el impulso de las IDE en las Américas. El programa está integrado aproximadamente por ochenta instituciones productoras de información geográfica (GeoSUR, 2019).

IDE de Escala Nacional

Otros de los casos relevantes a nivel país en América Latina son las IDE de Perú, Uruguay y Colombia.

La experiencia de Perú se denomina GeoIDEP (<https://www.gob.pe/idep>), establecida por el Decreto Supremo 069-2011-PCM, que propone la creación de un sistema interactivo de información para que los usuarios puedan acceder a datos, servicios y aplicaciones geoespaciales que se producen en el sector público y privado. Sus principales objetivos son:

- Recopilar y uniformizar la catalogación de datos, servicios y aplicaciones geoespaciales que las entidades del sector público producen y usan en el marco de sus competencias.
- Ser la plataforma de integración de datos, servicios y aplicaciones geoespaciales que son requeridos por diversos sistemas nacionales.
- Facilitar la integración y utilización de datos, servicios y aplicaciones geoespaciales para apoyar la toma de decisiones dentro de las entidades públicas.
- Ser referente de entidades públicas para el desarrollo o compra a terceros de aplicaciones que utilicen información de mapas (GeoIDEP, 2019).

Otra IDE destacada es la de Uruguay, la cual fue creada según los Artículos 35 y 36 de la Ley 19.149 de 2013 (<https://www.gub.uy/infraestructura-datos-espaciales/>). Sus ideas fundamentales son liderar la articulación y el fortalecimiento de la producción y

acceso a la información geográfica del Uruguay para que sea fiable, oportuna, interoperable, de alta calidad y brinde apoyo en el análisis y a la toma de decisiones de organismos, academia, empresas y ciudadanos.

Sus objetivos son:

- Coordinar, planificar y promover la producción de información geográfica del territorio nacional.
- Garantizar, a través del dictado de normas, estándares y recomendaciones, la interoperabilidad, actualización, calidad y acceso de la información geográfica nacional.
- Permitir la integración de la información geográfica producida y utilizada en los diferentes niveles de la administración, inspirándose en los principios básicos de cooperación y coordinación, así como la transparencia y acceso a la información pública.

Finalmente, la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE), establecida en el año 2006² y autodenominada como un ecosistema, tiene como objetivo general la construcción e implementación colectiva de políticas para facilitar los procesos de gestión de los recursos geográficos, incluyendo datos, información y conocimiento. El propósito es armonizar, disponer y reutilizar estos recursos tanto por el Gobierno como por la sociedad, con el fin de respaldar la gobernanza y la toma de decisiones.

Otros objetivos apuntan a fortalecer la relación entre los ciudadanos y el Estado para la ejecución de acciones orientadas a responder a las necesidades del Gobierno y la sociedad. Además, proponen definir, implementar y operar un esquema de gobernanza que garantice la integración, interoperabilidad y sostenibilidad de recursos geoespaciales (<https://www.icde.gov.co/>).

Las IDE de los países mencionados no son los únicos en América Latina, pero son los que llegaron a un cierto grado de madurez en los últimos años. Todas las IDE poseen similitudes en cuanto a su reglamentación y objetivos, pero cada una carga con su propia singularidad. Lo que vale destacar es que cada IDE posee una normativa sólida que establece los acuerdos entre las distintas instituciones de manera clara para la publicación y divulgación de la información geoespacial de calidad.

²<https://www.igac.gov.co/es/noticias/la-infraestructura-colombia-de-datos-espaciales-contribuye-al-desarrollo-sostenible>

Nuestro país no es ajeno a este proceso de implementación de la IDE. En 2007, se puso en marcha IDERA (<https://www.idera.gob.ar>), un acuerdo entre organismos del Estado e instituciones que producen y/o utilizan información geoespacial, los cuales se adhieren a través de la carta de adhesión. La participación en esta infraestructura permite la publicación de información a través de servicios de internet en un formato estandarizado e interoperable. Además, IDERA brinda los documentos y recomendaciones para implementar una IDE, los cuales serán trabajados más adelante.

IDE de Universidades Públicas de Argentina

En cuanto a los antecedentes vinculados a las universidades públicas a continuación se detallan algunas experiencias:

El Instituto del Conurbano de la Universidad Nacional General Sarmiento, mediante su Laboratorio SIG creó la Infraestructura de Datos Espaciales del Conurbano, la cual ofrece información geográfica y cartografía temática destinada para la consulta de la comunidad universitaria. A la fecha de consulta posee publicadas 254 capas gran parte en formato vectorial. Entre sus principales ejes de investigación está el análisis de la cartografía histórica y datos relacionados con la pandemia del COVID-19. (<http://ideconurbano.ungs.edu.ar/> Consultada 23/04/2022).

Otro ejemplo es la Infraestructura de Datos Espaciales de la Facultad de Ciencias Humanas. Este portal proporciona al usuario la capacidad de consultar datos geográficos, visualizar metadatos, acceder a información espacial y utilizar servicios asociados. La infraestructura está integrada en la IDEFCH, la cual forma parte de la Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires (<http://ide.fch.unicen.edu.ar/>).

Nora Lucioni³ (2016) comenta la experiencia de la Carrera e Instituto de Geografía de la Facultad de Filosofía y Letras, de la Universidad Nacional de Buenos Aires (UBA) que, a finales del 2016, se puso en funcionamiento el nodo IDE (<http://geonode.filo.uba.ar>). Sus principales objetivos en ese contexto fueron elaborar y compartir, entre las cátedras y los equipos de investigación de la Carrera de Geografía propuestas de enseñanzas que impliquen la utilización de los SIG. Aportar y difundir ejemplos, prácticas y experiencias a otros niveles del sistema educativo.

³https://www.idera.gob.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=423:nodo-ide-de-la-facultad-de-filosofia-y-letras-de-la-uba&catid=89&Itemid=108

La Universidad Nacional de La Pampa formalizó su adhesión a IDERA en el año 2016 a través del Instituto de Geografía de la Facultad de Ciencias Humanas, estableciendo así un nodo IDE (<http://ideigunlpam.humanas.unlpam.edu.ar>) que proporciona acceso a información actualizada de toda la provincia de La Pampa. Esta experiencia se enmarca en el proyecto denominado “Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) de la provincia de La Pampa: las Geotecnologías aplicadas al análisis de su complejidad territorial” y tiene como objetivo gestionar el conocimiento geográfico y satelital de la provincia, a través de una herramienta interactiva y permanente que permite analizar, explicar e interpretar la realidad socioterritorial de La Pampa y sus desigualdades⁴. La información está destinada a la comunidad académica y al público en general.

En las XI Jornadas IDERA, Reynoso et al. (2016) presentaron las principales experiencias para el desarrollo de un nodo IDE para la Universidad Nacional del Comahue, denominado IDEUNCo (IDE de la Universidad Nacional del Comahue). El trabajo se concentra en describir resultados de configuración, implementación y validación del nodo. Los desarrollos incluyen una aplicación móvil a partir de la cual es posible enviar fotos georreferenciadas a una capa de puntos. Esta aplicación permite que alumnos, docentes, investigadores y extensionistas, la utilicen para mostrar instantáneas de su quehacer académico en el medio. También se describe la forma de vincular la información de proyectos académicos y en obtener productos web que embebe la información geoespacial de una manera amigable. Por otra parte, el docente e investigador Luis Reynoso de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional del Comahue, desarrolló un portal denominado “*Mapas web & datos abiertos*” (<https://opendata.fi.uncoma.edu.ar/>) en el cual se pueden observar algunos mapas web y tableros de control sobre distintas temáticas desarrollado con RStudio.

Experiencias IDE en la UNPSJB

En cuanto a la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco posee varios trabajos presentados respecto a la temática estudiada. Uno de los principales antecedentes se encuentra en las memorias de las VIII Jornadas IDERA, donde Álvarez et al. (2013) abordan la contribución a las IDE desde universidades, basado en

⁴http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/115523/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

actividades desarrolladas en proyectos y Grupos de Investigación, documento que describe la participación de la UNPSJB en LatinIDE, orientada a crear un nodo para actividades académico-científicas y la formulación de un Proyecto en el Programa PROMINF, que involucra a: UNPSJB, Universidad Nacional del Comahue (UNCOMA) e Instituto Geográfico Nacional (IGN). Se resumen las posibilidades que este tipo de proyectos, como iniciativa interdisciplinaria que favorecen la formación en competencias, la relación de universidades con el medio externo y su aporte a la iniciativa IDERA.

En las memorias de las VIII Jornadas de IDERA del año 2013, donde se presentó el artículo titulado “Hacia un nodo IDE en la UNPSJB” (Obreque et al. 2014) que expresa la experiencia desarrollada en la sede Trelew de la UNPSJB. El proyecto tenía como objetivo desarrollar un nodo IDE para el ámbito académico-científico. La propuesta inicial del trabajo surge a partir del proyecto LatinIDE, que tenía como objetivo promover la implementación de la IDE en los países participantes del proyecto. Desde LatinIDE se realizaron reuniones para la transferencia de conocimientos y fijar los temas de interés común para las universidades de los diferentes países respecto a la temática de infraestructura de datos espaciales. En la etapa siguiente, el departamento de Geografía de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales de la UNPSJB de la sede Trelew inició el proceso en conjunto con la Facultad de Ingeniería-UNPSJB de la misma sede, para propulsar el proyecto de un visualizador de mapas web. Se instaló un servidor de mapas web a partir del uso de los programas Apache Tomcat, Geonetwork y Mapserver. El desarrollo del visualizador de mapas web se encuadra en una tesis titulada “Aplicación web para la visualización de información geoespacial” (Vecchiatti, 2013) de la Licenciatura de Informática, FI-UNPSJB. El objetivo de esta era dar una solución informática con propósitos académicos-científicos para facilitar la publicación y visualización de información geoespacial en Internet. (Obreque et al. 2014). En cuanto a los datos geoespaciales iniciales para la publicación del Nodo-IDE de la UNPSJB fueron cedidos por otras instituciones y generadas por cátedras de la Tecnicatura en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección del Departamento de Geografía, FHCS-UNPSJB sede Trelew. En ese contexto se plantearon tres aspectos a seguir. El primero de ellos lo plantearon desde lo organizacional para cumplir con las recomendaciones de IDERA, por otra parte, se planteó la armonización entre

tecnologías utilizadas en el inicio del proyecto con la tesis de grado mencionada, y por último se plantearon aspectos de capacitación y difusión destinadas a la comunidad académica de la UNPSJB. Este proyecto fue de gran valor para la comunidad universitaria que marcó un antecedente importante para la implementación de la infraestructura de datos espaciales en la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

Este proyecto fue retomado años siguientes por la sede de Comodoro Rivadavia. A raíz de la participación en el Grupo de Trabajo Academia y Ciencia de IDERA, investigadores y alumnos de diferentes carreras crearon en el año 2017, el Laboratorio en SIG y Teledetección. Este es un antecedente muy importante al momento de establecer la metodología de trabajo para el desarrollo de la IDE-UNPSJB. Con la intención de continuar el trabajo de forma sistemática, se lleva adelante el Proyecto de Investigación N° 1392 denominado "IDE_UNPSJB" radicado en la Secretaría de Ciencia y Técnica.

A partir de la creación del Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección (Resolución CD-FHCSCR-SJB 302-17) se logró avanzar hacia una primera aproximación de una IDE. Este proceso se ve reflejado en la ponencia “Trayectoria de la IDE-UNPSJB: experiencias de su génesis” (Schuler et al. 2019) presentada en las jornadas de IDERA en la ciudad de Paraná, Entre Ríos, Argentina en el año 2019. Se documentan los pasos desarrollados para la IDE-UNPSJB y expresa su funcionalidad orientada al almacenamiento, estandarización y visualización de la información geográfica producida en el ámbito académico y la potencialidad que presenta como herramienta para la consulta, uso y descarga de geodatos para la actividad de docencia e investigación universitaria. Una IDE neuronal en la UNPSJB, permite armonizar las múltiples bases de datos espaciales ya generadas y ponerlas al servicio de nuevos proyectos, permitiendo reutilizar, optimizar esfuerzos y disminuir los costos, al menos hacia el interior de la comunidad universitaria. (Schuler et al. 2019). El objetivo general planteado para el desarrollo del trabajo fue posicionar la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco como IDE regional para hacer accesible e interoperable la información geográfica.

La implementación de un nodo IDE, crea las condiciones para que distintas unidades académicas dispongan de un medio para difundir sus actividades en el

territorio. La principal premisa es difundir las actividades académicas, de extensión, investigación y gestión permitiendo una mayor democratización de la información. La posibilidad de contar con la información geoespacial de la Universidad a través de un nodo IDE y que la misma pueda ser utilizada para superponer capas de información por terceros es un propósito que es necesario articular. La herramienta permite el acceso a metadatos que incluirán el código de identificación de los proyectos asociados a esas actividades.

Objetivos

Objetivo general

Generar aportes para la gestión, implementación, desarrollo y uso de la información geoespacial en el ámbito de la UNPSJB.

Objetivos específicos

- Revisar el método de trabajo implementado en el año 2018 de la IDE-UNPSJB.
- Proponer un diseño de base de datos geoespacial que contemple las necesidades de los proyectos de la universidad.
- Implementar nuevas tecnologías para la gestión y uso de la información geoespacial.
- Desarrollar un método de trabajo para la edición, mantenimiento, actualización y comunicación de la información geoespacial publicada en la IDE-UNPSJB.
- Diseñar propuesta de estructura organizativa para la IDE-UNPSJB a partir del Marco Integrado de Información Geoespacial.

CAPÍTULO I: Infraestructura de Datos Espaciales

Marco Integrado de Información Geoespacial (IGIF)

La disponibilidad de las tecnologías de la información y las herramientas para el uso y gestión de la IG han aumentado notablemente y puesto a disposición grandes volúmenes de datos espaciales. Este aumento en la cantidad de recursos disponibles provoca la necesidad de generar acuerdos y consensos entre los productores, gestores y consumidores para que la información geoespacial esté disponible en un formato estandarizado e interoperable.

El Comité de Expertos de Naciones Unidas sobre la Gestión Global de la Información Geoespacial (UN-GGIM) elaboró el Marco Integrado de Información Geoespacial (IGIF, Integrated Geospatial Information Framework). Publicado en inglés en 2020, este documento complejo presenta nueve vías estratégicas que ofrecen las recomendaciones necesarias para alcanzar los objetivos propuestos. El objetivo de estas vías estratégicas es orientar a los gobiernos, en este caso instituciones académicas, hacia la implementación de sistemas integrados de información geoespacial de manera que proporcionen una visión para el desarrollo social, económico y ambiental sostenible.

Las vías no deben ser consideradas independientes una de otras, sino que están en continuo diálogo. Los objetivos están planteados para instituciones de escala nacional, pero es posible extraer algunos aspectos y aplicarlos a una escala local-regional. La escala de la IDE de la UNPSJB puede ser considerada una escala regional por su principal interés en la región patagónica por ubicación espacial y la distribución espacial de sus sedes en la región.

Rescatar algunas de estas recomendaciones permitirá desarrollar las capacidades y habilidades para organizar, administrar, mantener y obtener un mejor provecho de la información geoespacial. De esta manera, la información disponible de la Universidad puede ser aplicada para desarrollar políticas universitarias que fortalezcan la educación pública de calidad, optimice y fomente la reutilización de la información generada por distintos proyectos de investigación, extensión, actividades institucionales y académicas y dar respuestas de las demandas sociales emergentes.

Las vías estratégicas establecidas por el IGIF son:

- Vía estratégica 1 Gobernanza e instituciones.

- Vía estratégica 2 Legal y políticas.
- Vía estratégica 3 Financiera.
- Vía estratégica 4 Datos.
- Vía estratégica 5 Innovación.
- Vía estratégica 6 Estándares.
- Vía estratégica 7 Asociaciones.
- Vía estratégica 8 Capacitación y educación.
- Vía estratégica 9 Comunicación y compromiso.

En el presente trabajo se intentará rescatar aportes de las vías estratégicas de gobernanza, datos, innovación, estándares, capacitación y educación. De estas vías estratégicas solo se tomarán algunos aspectos considerados oportunos de mencionar para la gestión de la información geoespacial en la IDE-UNPSJB. Algunas de las recomendaciones de la guía pueden estar siendo ejecutadas sin tener en cuenta la complejidad de la gestión integral de la IG. Por ello es importante poder identificar las acciones implementadas para poder llevar un seguimiento organizado.

La *vía estratégica 1 de Gobernanza e Instituciones* establece una guía para el liderazgo y las acciones que se emplearán a nivel político-organizativo en la IDE. Se debe crear un grupo de trabajo o un comité ejecutivo que formule la visión, misión y los objetivos. También se debe generar acuerdos institucionales entre los distintos sectores, dar respaldo político-institucional para sostener las medidas adoptadas en el tiempo por medio de marcos normativos y garantizar los espacios de intercambio de datos y experiencias multidisciplinares. Los cuatro elementos que integran esta vía estratégica son el *modelo de gobernanza*, el *liderazgo*, los *acuerdos institucionales* y la *propuesta de valor*.

El *modelo de gobernanza* es la estructura operativa que establece los lineamientos de las políticas, directrices y medidas a emplear para asignar, coordinar, gestionar y supervisar las responsabilidades de la información geoespacial dentro de las instituciones. El *liderazgo* está representado por la figura de un líder fuerte que debe comprometer y promover activamente el fortalecimiento de la gestión de la IG. Se debe tener la capacidad de dar pasos positivos y conocer los caminos necesarios para alcanzar la visión. La *propuesta de valor* es una declaración que hace que la IG sea importante y necesaria para las responsabilidades y las actividades de las instituciones. El objetivo

que se pretende es demostrar que la información geoespacial es un activo valioso que debe recibir el apoyo político y de gestión, recibir los aportes financieros necesarios y los recursos humanos capacitados. Los *acuerdos institucionales* se pueden definir como aquellas estructuras de cooperación formales e informales que vinculan las instituciones. Se establecen los marcos normativos, legales y productivos entre las instituciones productoras, administradores y/o usuarios de información geoespacial. Se busca fijar las responsabilidades desde la identificación de las fuentes de datos hasta la difusión de los productos.

La *vía estratégica 4 de Datos* establece un marco para los datos geoespaciales, las pautas para la recopilación y mejores prácticas de gestión de la información geoespacial integrada. Su objetivo es permitir que los custodios y productores de datos cumplan con sus obligaciones de gestión durante todo el ciclo de vida de los datos. Se promueve el intercambio coherente y la reutilización con las instituciones públicas y la comunidad de usuarios.

Esta vía estratégica plantea 4 elementos claves que se asocian a la coordinación de datos y a un entorno que permita prosperar la innovación, investigación y el desarrollo. Estos elementos son *los temas de datos*, la *custodia*, *adquisición y gestión*, la *cadena de suministros de datos* y la *conservación y entrega de datos*.

Los *temas de datos* son prioritarios y fundamentales a nivel nacional e internacional, así como los conjuntos de datos que se incluyen en cada uno de los temas. Los temas facilitan la localización de la información por parte de los usuarios interesados por ello es importante estructurar los conjuntos de datos de forma que puedan ser utilizados por los motores de búsquedas. Una alternativa a considerar en el ámbito académico es generar temas relacionados con los ejes temáticos de las investigaciones esto permite que la información generada sea más fácil de encontrar y pueda ser reutilizada por el resto de los investigadores. Según las recomendaciones del documento estas categorías deben establecerse mediante el consenso entre los productores y usuarios de IG de la comunidad universitaria. Desde el Comité de Expertos en Gestión Mundial de la Información Geoespacial de Naciones Unidas proponen 14 temas globales de datos geoespaciales fundamentales (UN-GGIM, 2019).

La *custodia de los datos* suele asignarse a una organización que carga con las responsabilidades y los derechos para la recopilación y la gestión de la IG en nombre de

la comunidad. Los derechos y responsabilidades establecen las condiciones para la liberación de datos, la gestión, el mantenimiento y la calidad de la información geoespacial. De esta manera se busca dar la seguridad al usuario que los datos disponibles son correctos y están actualizados o son la mejor versión disponible en el momento de consulta.

La *custodia de datos* debe definir los puntos de contacto que brinde la información necesaria para la distribución, transferencia e intercambio de la información. A su vez, facilitar los mecanismos necesarios para evitar la duplicación de esfuerzos en la adquisición y manejo de la información geoespacial entre las instituciones. En los metadatos se podrán consultar los puntos de contactos de los datos.

Las *cadenas de suministros* se refieren al flujo de información de una organización a otra. Las organizaciones participantes en el intercambio de información se denomina nodo. Cada nodo puede agregar actualizar la información antes de transferir a otra institución, de este modo la información va adquiriendo valor agregado a medida que circula por los nodos.

Las universidades podrán alimentar y agregar valor a la información geoespacial a través de la interconexión con otras instituciones por su cúmulo de investigaciones desarrolladas en diversas temáticas. O colaborar brindando el soporte a otras organizaciones productoras de información, que no cuenten con el soporte tecnológico para la divulgación. Los tipos de interrelaciones que son posibles de llevar a cabo son entre universidades y los organismos del Estado, entre universidades, relaciones internas dentro del ámbito académico a nivel de secretarías, institutos de investigaciones y entre las sedes. El intercambio se debe realizar mediante instrumentos formalizados y estandarizados. De esta forma se ahorra en la duplicación de esfuerzos y se mejora la calidad de la IG institucional. Los beneficios que se obtienen es disminución del tiempo para el acceso, se agiliza la búsqueda mediante las categorizaciones temáticas de la IG y se pone a disposición datos organizados para futuras investigaciones.

La *vía estratégica 5 Innovación* reconoce que la tecnología y los procesos están en continua evolución, por ello esta vía pretende estimular el uso de las últimas tecnologías rentables para realizar mejoras de procesos e innovaciones para las instituciones, utilizando sistemas y prácticas de vanguardia. Aplicar las recomendaciones sobre innovación permite que las instituciones se puedan adaptar con

mayor facilidad a los cambios rápidos y superar las tecnologías obsoletas y acortar la brecha digital geoespacial. Las acciones para implementar las mejores oportunidades para la innovación y la creatividad se enmarcan en cuatro elementos: Los *avances tecnológicos, innovación y creatividad, mejora de procesos, reducción de la brecha digital geoespacial.*

Los resultados de los procesos mejorados para la recolección, gestión, distribución y análisis de la información geoespacial permiten tomar mejores decisiones basados en evidencia, también permite generar una mayor productividad y eficiencia con un entorno preparado para la innovación. Para aplicar estos avances se necesita de un recurso humano capacitado para innovar y ejecutar los proyectos aplicando nuevos procesos y desarrollando nuevos productos y servicios.

Los *avances tecnológicos* presentan nuevas oportunidades para el desarrollo económico, académico y social. En la actualidad según Schwab (2016) plantea que nos adentramos en la cuarta revolución industrial, contexto donde las tecnologías de la comunicación comienzan a tener un papel fundamental en las nuevas formas de producir, gestionar e impulsar la actividad económica.

La *innovación y creatividad* busca la manera de mejorar las viejas estructuras y modos de pensar para adoptar nuevas tecnologías. La *mejora de procesos* es la tarea proactiva de identificar, analizar y mejorar los procesos, métodos y estándares de calidad. Estas mejoras se pueden alcanzar por medio de dos caminos, el primero de ellos es ir avanzando mediante pequeñas metas alcanzables y el otro mediante procesos audaces, donde se demande una mayor inversión para la generación de nuevos productos y servicios. Radnor (2010) plantea que para implementar estas mejoras se debe tener presente tres factores. La preparación organizacional debe tener presente la visión del proceso, fomentar la cultura de la mejora constante. Otro factor planteado por el autor son los nuevos desarrollos, este proceso presenta un difícil seguimiento, porque implica invertir tiempo y dinero para asistir a congresos y generar lazos con otros profesionales e instituciones para fomentar el intercambio de experiencias. La mirada externa puede contribuir a la mejora de procesos aplicando nuevas tecnologías y herramientas.

Los factores clave para el éxito son un liderazgo y un respaldo institucional fuerte. Otros factores de éxito son una estrategia de comunicación eficaz, la formación y

los desarrollos adecuados, la provisión de recursos y tiempo para que se produzcan las mejoras, y el uso de experiencia y apoyo externos cuando sea necesario (Radnor, 2010). Para *reducir la brecha digital geoespacial* se debe existir una equilibrada relación entre los desarrollos tecnológicos, las innovaciones, las TIC, los datos, las políticas de apoyo, el compromiso financiero, la participación de los productores, gestores y usuarios de la información geoespacial, las asociaciones y el desarrollo de capacidades.

La brecha digital se refiere a la brecha entre quienes tienen acceso a las TIC modernas e innovadoras y quienes no la tienen. Los parámetros de medición se enfocan en el acceso a las computadoras, las TIC, el acceso a internet entre otras variables. Las barreras que se encuentran para reducir las brechas son la falta de oportunidades, la alfabetización digital, las habilidades de la fuerza laboral y la disponibilidad de recursos. La brecha digital geoespacial es una extensión de la brecha digital que impide el acceso y las oportunidades de acceder a los grandes volúmenes de datos. La Universidad pública como Casa de Altos Estudios se debe comprometer y contribuir para reducir la brecha digital geoespacial, brindando servicios de capacitación a aquellos usuarios e instituciones que así lo requieran.

La *vía estratégica 6 de Estándares* establece y asegura la adopción de estándares de mejores prácticas y mecanismos de cumplimiento para permitir la interoperabilidad de datos y de tecnología. Los estándares proporcionan la estructura que permiten que los datos se puedan compartir, recopilar, publicar, compartir y almacenar entre otras acciones. La aplicación de estándares facilita la gestión y el intercambio de información geoespacial por la utilización de mejores prácticas, normas nacionales e internacionales, mecanismos de cumplimiento. El documento define que los estándares son esencialmente un acuerdo entre proveedores, reguladores y consumidores. Proporcionan las reglas, pautas y características que permiten la conexión entre sistemas, datos, personas, hardware, software y procedimientos. Los resultados que se pueden lograr con la aplicación de estándares es la reducción de los esfuerzos, el tiempo y el costo de implementación de tecnologías (UN-GGIM, 2020). El marco integrado de información geoespacial propone cuatro elementos claves para la aplicación efectiva de estándares en un entorno de intercambio de datos interoperable y cooperativo.

El primer elemento para destacar es la *gobernanza y la política de estándares* que describe a los estándares como un componente clave. El éxito del modelo va a

dependen de la gobernanza eficiente y comprometida para realizar, establecer y montar un marco común.

Otro elemento destacado es la *interoperabilidad de datos y tecnología* que permiten que los diferentes sistemas y diversos tipos de datos funcionen juntos sin problemas. Los estándares tecnológicos se utilizan para especificar cómo los componentes del software interactúan entre sí a través de interfaces estándares. Esto permite que diferentes sistemas y servicios funcionen juntos. Los estándares de este tipo brindan a los programadores la posibilidad de adaptarse fácilmente a los cambios. Los estándares de geodatos espaciales proporcionan una codificación para localizar y describir las características y condiciones que presenta la IG.

Otro tipo de interoperabilidad es la semántica. Es fundamental llegar a un consenso sobre el significado de las palabras, términos y conceptos para eliminar ambigüedades. De esta forma, se garantiza que la información geoespacial se esté utilizando correctamente o cumpla con las necesidades del usuario. Los estándares de interoperabilidad de datos y tecnológica respalda a la interoperabilidad semántica.

Los datos geoespaciales no siempre se encuentran bien documentados, por lo que es necesario generar una cultura consciente sobre la importancia de los metadatos. La UNPSJB debe impulsar la implementación de estándares a todas las áreas productoras de información geoespacial para garantizar la interoperabilidad en todas sus sedes.

La *Vía Estrategia 8 de Capacidad y Educación* propone que la transformación y adopción efectiva de la información geoespacial requieren una sólida base de capacidades y educación. Se reconoce cada vez más que la gestión de la información geoespacial no debe estar limitada únicamente a expertos técnicos, sino que debe involucrar a profesionales de diversas áreas, como la planificación, la gestión empresarial, la economía, la salud pública, la comunicación y la toma de decisiones en varios sectores. Para lograr esta transformación, se proponen cuatro elementos clave: la *conciencia* sobre los principios y beneficios de la gestión integrada de la información geoespacial, *educación formal* para adquirir conocimientos y habilidades, *formación continua* para mantenerse actualizado y un enfoque innovador y el *emprendimiento* que maximice el valor de la información geoespacial para la sociedad, la economía y el medio ambiente. Estos elementos son fundamentales para fortalecer la participación y el

compromiso en la implementación del Marco Global de Información Geoespacial. Los cuatro elementos clave son los siguientes:

La *conciencia* sobre la información geoespacial y su capacidad integradora es esencial en todos los niveles de gobierno, organizaciones y comunidades. Esto implica la comprensión de los valores, necesidades y beneficios de la información geoespacial, así como su importancia en la toma de decisiones. La conciencia se logra tanto a través de programas formales de educación y formación como de la experiencia práctica y la observación.

Los programas de *educación formal*, impartidos en escuelas y universidades, desempeñan un papel fundamental en el desarrollo de la capacidad de gestión integrada de información geoespacial. Esto incluye la enseñanza de la ciencia y las tecnologías geoespaciales, lo que mejora la comprensión y las habilidades en este campo desde niveles postsecundarios hasta terciarios.

La *formación profesional* continua y el aprendizaje a lo largo de la vida son esenciales para mantener y mejorar las capacidades en la gestión de información geoespacial. Esto incluye oportunidades para adquirir nuevas habilidades y experiencias prácticas, tanto a través de programas internos como externos, y compartir conocimientos dentro de la comunidad geoespacial y con profesiones aliadas.

La capacidad de gestión integrada de información geoespacial también se desarrolla a través de la innovación y la creatividad empresarial. Esto implica el diseño y lanzamiento de nuevos proyectos empresariales que utilizan información geoespacial para crear productos y servicios. El *emprendimiento* es fundamental para impulsar la economía digital y puede ser respaldado por programas de innovación que fomenten el desarrollo de capacidades en el sector empresarial.

En esta última vía estratégica, la universidad debe asumir un papel protagónico, destacándose la importancia fundamental de la geografía, ya que proporciona una perspectiva integral del territorio. A través de sus institutos de investigación y programas académicos, resulta fundamental iniciar investigaciones centradas en la gestión integral de la información geoespacial y las nuevas geotecnologías.

Las fortalezas de la UNPSJB radican en su variada oferta académica, que incluye carreras con un sólido enfoque en la Información Geográfica (IG), como la Tecnicatura en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección, así como las

Licenciaturas en Geografía y Geología. También cuenta con otras carreras, como la Licenciatura en Gestión Ambiental, que abordan la IG de manera más periférica.

En el ámbito de posgrado, el IGEOPAT ofrece módulos y seminarios especializados en el manejo de la información geoespacial. Además, la Secretaría de Ciencia y Técnica alberga un Laboratorio especializado dedicado al manejo de la Información Geoespacial denominado LabSIGyT. Estas iniciativas consolidan la presencia y el enfoque integral de la UNPSJB en el ámbito de la IG.

Tipos de información geoespacial

Pensar aportes para la gestión integral de la información geoespacial es necesario comprender cómo se estructura y almacena la información geográfica para luego ser publicada en la infraestructura de datos espaciales de la Universidad con un alto grado de calidad. Para trabajar la información geográfica y geoespacial a nivel institucional es necesario tener un sólido conocimiento en el manejo de Sistemas de Información Geográfica.

Los Sistemas de Información Geográficos (SIG) a lo largo de los años han ido cambiando su definición o utilidad. Desde su inicio ha sido una herramienta pensada en el ámbito militar, con el pasar de los años el uso civil ha ido en aumento. Buzai (2013) plantea tres hitos del surgimiento de los SIG. El primero es el surgimiento del concepto área en 1930 como único e irrepetible. Otro es el contexto de la postguerra con el surgimiento de la geografía cuantitativa, donde la unidad espacial es la región, basados en modelos matemáticos. Y por último plantea, el inicio de un nuevo paradigma geotecnológico en la década del '80. Buzai sostiene que esta nueva rama de la geografía introdujo avances tecnológicos a las demás Ciencias dando así una nueva visión del mundo. Según plantea Olaya (2016) los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son un sistema que permite la gestión de datos espaciales (lectura, edición, almacenamiento), analizar los datos georreferenciados, obtener productos tales como mapas, informes, gráficos y otros tipos de documentos. Ampliando esta definición podemos decir que los SIG son capaces de capturar, almacenar, recuperar, analizar y representar de forma gráfica grandes volúmenes de información espacial relativos a la superficie terrestre, para resolver problemas o responder a preguntas que genera el territorio (Massera, 2018).

Modelos de representación de información geográfica

Una de las principales potencialidades de los SIG es representar la realidad en un entorno digital, para ello se emplean modelos de representación espacial.

Existen dos tipos de modelos para representar la información geoespacial, el modelo ráster y el modelo vectorial.

Modelo de representación raster

Los modelos de representación espacial raster dividen el espacio en una cuadrícula de celdas rectangulares, cada una de las cuales representa un valor de atributo para una ubicación específica en el espacio. El número de celdas o píxeles que conforman la cuadrícula en ambas direcciones define la resolución, siendo mejor a más celdas por unidad de superficie (Del Bosque, 2012). Algunos ejemplos de este tipo del modelo raster son las imágenes satelitales, fotografías aéreas, mapas impresos escaneados entre otras. Algunas de las desventajas provistas por este modelo de datos responden a los mayores costos de almacenamiento (mayor espacio en memoria), dificultad en representar rasgos lineales a menos que la cuadrícula sea pequeña, poca precisión en los cálculos de superficie. (Fernández y del Río, 2012) Según Olaya (2020), el modelo ráster destaca las características del espacio que estamos analizando (el "qué" y el "cómo") de manera más sencilla debido a su estructura reticular.

Modelo de representación vectorial

Es un modelo de representación espacial que asimila la cartografía a las bases de datos relacionales, es decir, que dan cuenta de la influencia que un elemento tiene sobre otro que lo condiciona y, a su vez, es condicionado por este. Se utilizan en él las tres entidades propias de todo mapa de objetos: punto, líneas y polígonos.(IDERA) Las principales ventajas de este formato son: menor capacidad de almacenamiento, mayor precisión en la representación de entidades geográficas (líneas muy pequeñas y puntos), gestión individualizada en la base de datos de las entidades geográficas, mayor precisión en la medición de superficie, distancia y volumen. (Fernández y del Río, 2011). Las desventajas planteadas por Fernández y del Río (2011) son algoritmos de análisis más complejos y menos confiables, mayor tiempo y medios en la captura de

datos, dificultad y costos de actualización, dificultad de comparación entre mapas o correlación de coberturas entre otras.

Información geográfica

Los datos son la representación concreta de la realidad; un conjunto de datos interrelacionados forman una base de datos. La información es el resultado del proceso interpretativo del usuario a partir de la base de datos, utilizando técnicas, medios o habilidades basadas en el conocimiento (Del Bosque, 2012). La Organización de las Naciones Unidas, en el documento IGIF, describe la información geográfica como la localización física de objetos geográficos y su relación con otros objetos, así como la información estadística asociada. La información geográfica se presenta en muchas formas y medios, incluyendo mapas, imágenes satelitales y fotografías aéreas (UN-GGIM, 2020). Según el diccionario de Geografía aplicada y profesional, la información geográfica es, en general, borrosa, fractal, muy voluminosa y presenta un gran dinamismo. Además, se considera como una realidad no normada que se escapa a cualquier intento normalizador (López Trigal, 2015) con una gran variedad de temas, lo que complejiza su gestión y ocasiona que se constituya en un recurso costoso de producir y mantener actualizado. La información geográfica no necesariamente puede estar preparada para ser utilizada de manera interoperable.

Formatos de información geográfica

La información geográfica en cualquier tipo de representación espacial se pueden utilizar diferentes tipos de formatos que no suelen ser interoperables entre sí. Entre los formatos de fichero vectorial disponibles se encuentran: Shapefile (shp) fue propuesto por la empresa ESRI y es uno de los formatos más utilizados en la actualidad. Spatialite es una extensión espacial para la base de datos SQLite. Es una base de datos que se encuentra almacenada en un fichero. En base a este formato surge el GeoPackage que aumenta su implementación. Otro formato es GeoJSON es un formato de texto plano basado en JavaScript. Su uso es extendido por su simplicidad.(Olaya, 2020). Otros formatos utilizados para modelos vectoriales son DXF (Drawing Exchange Format su traducción al español “formato de intercambio de dibujo”) este formato es empleado por las aplicaciones CAD (Diseño asistido por ordenador) y DWG es un

formato nativo de la empresa Autodesk, creadora del software AutoCad. KML (Keyhole Markup Language) es un formato utilizado ampliamente a partir del uso masivo del programa Google Earth y formatos raster como la imagen GeoTIFF es una variante georreferenciada del Tagged Image File Format (TIF) su principal características es que permite el almacenamiento de valores decimales. JPEG (Joint Photographic Experts Group) es un formato muy popular para las imágenes pero no es adecuado para el trabajo con SIG. Algunos de formatos específicos para imágenes SIG son el MrSID (Multiresolution Seamless Image Database) su principal característica es la alta compresión y preparado para imágenes de gran volumen debido a su posibilidad de descompresión selectiva. Otro tipo de formato es ECW (Enhanced Compression Wavelet) que está preparado para almacenar imágenes de gran tamaño. Por último, el formato ASC (ArcInfo ASCII) es un formato de texto plano ASCII que soporta solamente una banda y permite almacenar el valor de sin datos. (Bernabé Poveda, 2012; Olaya, 2020) La diversidad de formatos de archivos disponibles presenta un desafío significativo para la gestión efectiva de la información geográfica. En consecuencia, es necesario considerar la adopción de formatos interoperables que puedan ser utilizados sin dificultades.

Información geoespacial

Este concepto a menudo se utiliza como sinónimo de información geográfica, aunque no debe ser confundido como idéntico. Según el glosario de IDERA “es la información geográfica obtenida a través de las distintas fuentes y tecnologías derivadas de la geomática, utilizadas en el entorno de los SIG y de las IDE. Permite identificar la ubicación y características de los objetos geográficos.” En este sentido, la información geoespacial abarca datos geográficos que han sido previamente procesados y estandarizados, permitiendo su utilización sin necesidad de adaptaciones en cualquier sistema o plataforma.

Definición y componentes de una IDE

Las IDE hacen que el acceso a la información geoespacial sea sencillo y eficiente. En el caso de Argentina, en 2007 se lanzó IDERA, la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina. Esta iniciativa se describe como una comunidad

de información geoespacial con el propósito de promover la publicación de datos, productos y servicios geoespaciales de forma eficaz y oportuna, siguiendo estándares y normativas predefinidas. Asimismo, contribuir a la democratización del acceso a la información producida por el Estado y diversos actores. Tiene como visión realizar aportes estratégicos para la toma de decisiones de los actores, que tienen como responsabilidad, conducir los destinos del País, las Provincias, los Gobiernos Locales, las organizaciones gubernamentales y de servicios públicos. Se considera a la IG como un bien público, y el acceso y uso debe ser considerado como un servicio público. En este sentido IDERA brinda las herramientas necesarias para generar recurso humano capacitado y promover el uso generalizado de la IDE en la República Argentina.

Teniendo en cuenta lo anterior, Linares (2016) resume que una IDE es un sistema informático que combina las potencialidades de los SIG, la accesibilidad y disponibilidad de la web. Está integrada por datos y atributos geográficos, metadatos, tecnologías de red y servicios interoperables orientados a la búsqueda, visualización, valoración y descarga de geodatos (Abarca y Bernabé Poveda, 2008; Guasp Ginger, 2012; Iniesto y Nuñez, 2014; Granell et al. 2006; Caloni y Miraglia, 2015).

Sin embargo, una IDE es mucho más que un simple conjunto de información o bases de datos accesibles. Una IDE almacena y administra datos y atributos geográficos lo suficientemente bien documentados para lograr su aplicabilidad y confiabilidad, posibilita un medio sencillo de búsqueda, visualización y evaluación a través de catálogos y servidores de mapas, entre otros servicios potenciales.

Componentes de una IDE

Según IDERA, se constan de cinco componentes fundamentales que deben ser considerados al implementar una IDE. A continuación, se describen de manera concisa.

Componente Político

La organización desempeña un papel fundamental en el establecimiento de una IDE efectiva. En este contexto, se requiere un componente político que abarque diversas dimensiones clave. Según Bernabé Poveda (2012) plantea que primero, se debe crear un organismo colectivo que reúna a todos los actores involucrados en la IDE, otorgándoles voz y voto, para servir como entidad responsable y directiva de todo el sistema. El éxito

de la implementación y la sostenibilidad a lo largo del tiempo de una IDE depende del respaldo de diversos actores fundamentales en la toma de decisiones dentro de las instituciones. En consecuencia, resulta de suma importancia la creación de políticas y acuerdos que reconozcan la importancia de trabajar con la Información Geoespacial, fomentar el consenso entre los diferentes actores y definir las acciones en consonancia con las necesidades de la institución. Es necesario establecer un marco legal que aborde la implementación de la IDE y proporcione pautas fundamentales para su gestión, mantenimiento, financiamiento, contenido, entre otros aspectos. Estas normativas son esenciales para asegurar su continuidad en el tiempo.

Asimismo, se deben establecer convenios, alianzas y acuerdos de colaboración para ampliar la disponibilidad de datos y servicios espaciales, promover el intercambio de experiencias y buenas prácticas, y facilitar el intercambio de desarrollos tecnológicos. (Bernabe Póveda, 2012) Las instituciones deben disponer de personal capacitado que comprenda el funcionamiento de la IDE y se mantenga al tanto de los cambios y actualizaciones constantes. El papel de los responsables de la toma de decisiones es fomentar la formación continua del personal dedicado a la IDE. Por último, la coordinación entre los productores de IG, especialmente los productores oficiales, es crucial para garantizar la generación y el mantenimiento de la IG de manera eficiente y sin lagunas ni duplicaciones, un componente fundamental para construir el resto de los recursos que componen la infraestructura.

Componente Tecnológico

Es crucial contar con los recursos adecuados para implementar, desarrollar y asegurar la disponibilidad de la IG. Esto implica el uso de hardware y software apropiados. Asimismo, para alcanzar la interoperabilidad, resulta esencial la adopción de un lenguaje unificado. En este sentido, el cumplimiento de estándares y normas acordados a nivel internacional desempeña un papel fundamental en la promoción de la interoperabilidad.

Componente Geográfico

Los servicios, entendidos como tecnologías que se apoyan en un conjunto de protocolos y estándares para el intercambio de datos entre aplicaciones, desempeñan un

papel fundamental al definir la funcionalidad que el sistema proporcionará a los usuarios, utilizando como base la IG subyacente. El metadato es la información que se refiere a los datos. En esencia, representa los datos sobre los datos. El metadato proporciona detalles sobre la captura o creación del recurso en cuestión. Esta información es fundamental para el usuario, ya que le ofrece garantías sobre la confiabilidad del recurso, su nivel de actualización, su alcance y el propósito para el cual fue creado.

Componentes Social

En referencia a los usuarios de una IDE, éstos emplean sus servicios para abordar sus problemas, solicitar información y, al mismo tiempo, contribuyen generando nuevos datos que enriquecen las bases de datos disponibles para compartir. Por otro lado, los productores de datos son responsables de crear y mantener actualizados los datos geográficos que se publican. Los proveedores de servicios desempeñan un papel esencial en la implementación y el mantenimiento de los servicios web donde se visualiza la información. Resulta beneficioso que los productores de datos sean quienes proporcionen el servicio web. Otro papel relevante lo desempeñan los desarrolladores, quienes tienen la responsabilidad de crear los algoritmos, métodos, programas y aplicaciones que forman parte de la IDE. Estos elementos posibilitan la publicación de servicios y la implementación de Geoportales, Visualizadores, clientes y diversas aplicaciones en general.

El usuario es el actor principal en una IDE, ya que accede a ella para llevar a cabo diversas operaciones. Estas operaciones permiten clasificar a los usuarios en diferentes categorías. En primer lugar, encontramos al usuario básico, quien realiza funciones de navegación, consulta de información y mediciones simples, entre otras operaciones fundamentales a través de un navegador web. Por otro lado, los usuarios experimentados emplean herramientas y aplicaciones avanzadas que no están disponibles para el público en general.

Por otro lado, las comunidades IDE están compuestas por una diversidad de actores que colaboran mediante el intercambio de información. Estas comunidades desempeñan un papel crucial en la promoción de las IDE, en la formación y en la organización de eventos donde se discuten y aportan ideas relacionadas con ellas.

Por último, es relevante destacar el papel del personal encargado del mantenimiento y operación de los sitios web y recursos informáticos que respaldan la IDE. En resumen, la creación de una IDE aborda dos aspectos esenciales: la facilitación del uso eficiente de los datos espaciales y la posibilidad de reutilizar la información geográfica generada en un proyecto para otros fines distintos.

Recursos para la interoperabilidad de la IG

Metadatos

Etimológicamente, la palabra "metadato" se deriva del griego "meta", que significa "después de" o "más allá de", y del latín "datum", que se traduce como "dato". Aunque esta palabra no tiene un significado único, el más comúnmente aceptado es "datos acerca de datos" (Ramirez, et al, 2014). Otras definiciones buscan precisar los metadatos como descripciones estructuradas de acceso público diseñadas para ayudar en la localización de objetos o recursos, o como datos estructurados y codificados que describen las características de los objetos, facilitando su identificación, descubrimiento y valoración. Según Olaya (2020), otra definición de metadatos es que son datos sobre los datos, y su propósito fundamental es proporcionar una explicación del significado de los datos, lo que garantiza su correcto y preciso uso.

Es esencial destacar que los metadatos no solo deben proporcionar información sobre conjuntos de datos, sino también sobre series y servicios web, como WMS, WFS, WCS y CSW. Estos metadatos sirven como descriptores de los datos, incluyendo elementos como la fecha de los datos, el autor, el formato, la ubicación, la escala, las limitaciones legales, entre otros. Su función fundamental es permitir la localización y el acceso a la información geográfica, lo que mejora significativamente la eficacia en la explotación de los datos. El formato estándar para el intercambio de metadatos es XML (*eXtensible Markup Language*).

Los metadatos son esquemas descriptivos o contextuales que se relacionan con un objeto o recurso. Por lo general, se presentan como un conjunto estructurado de elementos que actúan como un currículum del objeto o recurso. Esto facilita la localización, identificación, consulta y, en ocasiones, el acceso para usuarios distintos al propietario del objeto o recurso. En la comunidad geográfica, los metadatos pueden ser un recurso valioso para localizar rápidamente datos e información. La capacidad de acceder y utilizar estos metadatos es esencial para el desarrollo efectivo de las IDE en

un entorno de interoperabilidad, lo que a su vez fomenta sinergias que facilitan las funciones institucionales.(Ramírez, et al, 2014)

Estándares

La normalización desempeña un papel fundamental en el avance técnico de los procesos de producción de datos espaciales y servicios relacionados. La gestión de datos e información espacial, que a menudo es voluminosa, fractal, difusa y no normalizada, destaca como un campo donde la normalización es de particular importancia. Esto se debe a que facilita la compartición de datos espaciales y fomenta la interoperabilidad entre sistemas, servicios y aplicaciones.

ISO/TC 211 Información Geográfica/Geomática

La ISO, como organismo, se encarga de promover el desarrollo de normas internacionales en diversas industrias, principalmente para facilitar el intercambio de bienes y servicios. Conformada por comités técnicos especializados, la ISO inició su contribución explícita al campo geográfico con la creación del Comité Técnico para Información Geográfica y Geomática (ISO/TC 211 Geographic Information/Geomatics) en 1994. Este comité tiene como objetivo principal elaborar un conjunto coherente de normas internacionales que abarquen métodos, herramientas y servicios relacionados con la gestión de datos geográficos. Esto incluye aspectos como adquisición, procesamiento, análisis, acceso y disponibilidad de información geográfica, con el fin de facilitar la interoperabilidad geoespacial. Estas normas se agrupan en la familia " ISO 19100," que engloba estándares internacionales relacionados con objetos o fenómenos geográficos en la superficie terrestre.

El ISO/TC 211 se centra en varios objetivos clave. Entre ellos, busca ampliar la comprensión y utilización de la IG, promoviendo su disponibilidad, acceso, integración y distribución. Además, trabaja en la promoción de un uso eficiente y económico de la IG digital y de los sistemas de hardware y software relacionados. Este comité también se dedica a fomentar un enfoque unificado para abordar desafíos globales de índole ecológica y humanitaria. (Bernabe Póveda,2012)

Open Geospatial Consortium (OGC)

OGC ⁵es la innovación, colaboración y estándares geoespaciales. Es una organización de membresía internacional que apoya a una comunidad diversa de más de 500 empresas, agencias gubernamentales, organismos de investigación y universidades, trabajando para lograr que la IG sea justa, localizable, accesible, interoperable y reutilizable.

Su misión se centra en el desarrollo de estándares relacionados con servicios basados en geolocalización y geoinformación. Su principal objetivo radica en promover el desarrollo y la utilización de estándares y tecnologías de código abierto en el ámbito de la IG, garantizando que los servicios estén accesibles a través de cualquier red, aplicación o sistema. Para lograrlo, el OGC elabora, mediante consenso, especificaciones de interoperabilidad que están disponibles para su uso a nivel global (Bernabe Póveda, 2012).

La OGC⁶ propuso estándares que pusieron fin a los monopolios creados por los restrictivos formatos de archivos que dominaban el mercado de los SIG. Un ejemplo paradigmático es el ampliamente reconocido Shapefile (.shp) de la Corporación ESRI, que aún se mantiene como el formato SIG más estandarizado.

El *boom* desenfrenado por los formatos libres y estandarizados, caracteriza el mundo de los geodatos de hoy. Representa sin lugar a duda, la mejor dosis de democratización que vive el sector de las geociencias en la web.

La visión global de los geodatos, no está ligada a un par de formatos de ficheros de carácter restrictivo, sino por el contrario, se caracteriza por contar con una variedad de distintos formatos robustos, sencillos e interoperables, que facilitan el constante compartir de los datos.

Formatos de ficheros OGC más conocidos

Entre los tipos de ficheros más utilizados, existen los que a continuación se detallan:

- ***Geography markup language (GML)***, lenguaje de marcado geográfico para representar distintos objetos geográficos de forma sencilla.

⁵ <https://www.ogc.org/>

⁶ <https://geoinnova.org/blog-territorio/>

- **Keyhole markup language (KML)**, lenguaje de marcado centrado en la visualización de mapas e imágenes.
- **GeoJson**, almacena distintas geometrías en un solo fichero mediante codificación tipo *Json*.
- **Well known text (WKT)**, codificación simple para describir geodatos de forma vectorial.
- **Well known binary (WKB)**, codificación binaria para representar distintas geometrías.
- **GeoPackage**, formato compacto para almacenar geometrías en un contenedor de base de datos *SQLite*.

En la Figura 1 se describen los tipos de datos que se almacenan y representan, así como la estructura de los archivos.

Versión	Formato	Estándar	Tipos de datos	Ejemplo
3.3	GML	10-129r1 OGC	Punto, líneas y polígonos	<pre><gml:location> <gml:point id=dirección> <gml:pos> -71,31, 10.21 </gml:pos> <gml:locationString> Ciudad </gml:locationString> </gml:point> </gml:location></pre>
2.3	KML	12-007r2 OGC	Puntos, líneas, polígonos, imágenes y datos 3D.	<pre><kml> <Placemark> <name>ubicación</name> <Point> <coordinates>>71.31,10.21</coordinates> </Point> </Placemark> </kml></pre>
1.2.1	Geopackage	12-128r15 OGC	Puntos, líneas, polígonos, imágenes y datos en varias dimensiones.	Estructura de tablas relacionales con campo <geom>
1.0	WKT / WKB	12-063r5 OGC	Punto, líneas y polígonos	<pre>WKT, name POINT (-71.31 10.21), "Ciudad" WKB 01 01000000 00000F3F 000000F3F</pre>
GJ-2016	Geojson	RFC 7946 IETF	Puntos, líneas, polígonos, poli líneas y multi polígonos	<pre>{ "type": "Feature", "geometry": {"type": "point", "coordinates": [10.9451, -68.2716]}, "properties": {"name": "Mi casa"}, }</pre>

Figura 1: Características de los formatos ficheros OGC

La implementación de los estándares libres OGC representa una gran madurez en el sector de los SIG, en el cual los formatos de fichero no compiten entre sí, sino que se complementan. Los datos son almacenados y compartidos, sin importar mucho la aplicación dónde los trabaje. Solo importa la robustez, la facilidad de uso y de compartir los datos. El exponencial crecimiento de los datos a consecuencia de la expansión del

internet, obliga al manejo eficiente de los grandes volúmenes de información espacial. Todo ello con un complejo **componente espacial** que hace difícil su almacenamiento y gestión eficiente.

Las bases de datos ofrecen muchas posibilidades para la gestión de datos espaciales, sin embargo a la hora de compartir los datos en la web se requiere todavía el uso de ficheros. Es difícil predecir con qué formato de fichero OGC se compartirán los geodatos en el futuro, todo dependerá de la evolución tecnológica, el grado de adaptación, la eficiencia y madurez que alcance el estándar. La última palabra la tendrá el usuario, cada vez más exigente y ansioso de recibir las mejores bondades de un formato de fichero, que permita la visibilidad plena de los datos.

Catálogos de Objetos Geográficos

Según el Instituto Geográfico Nacional de Argentina (2017), el Catálogo de Objetos Geográficos (COG) se fundamenta en la abstracción de la realidad, clasificada en conjuntos de datos geográficos, siendo el tipo de objeto su nivel básico. Este catálogo organiza dichos Objetos Geográficos, junto con sus definiciones y características, que abarcan atributos, dominios, relaciones y operaciones.

Otra definición que encontramos en el glosario de términos de IDERA (2017) sostiene que los COG permiten organizar la información geográfica a través de la armonización y estandarización de los objetos geográficos. Contiene los objetos geográficos de la IDE agrupados en clases y subclases, así como sus definiciones y características, es decir, sus atributos, valores de dominios, relaciones y operaciones. Contar con un catálogo de objetos posibilita la interoperabilidad de la información.

En definitiva, un COG se fundamenta en la abstracción de la realidad, clasificada en conjuntos de datos geográficos, cuyo nivel básico reside en el tipo de objeto. En el catálogo se organizan estos OG, incluyendo definiciones y características como atributos, dominios, relaciones y operaciones, todos ellos esenciales para convertir datos en IG de manera estandarizada e interoperable (IPGH, 2021).

Es esencial que tanto proveedores como usuarios de Información Geográfica compartan una comprensión de los objetos del mundo real representados por los Objetos Geográficos. Sin este entendimiento, los usuarios no pueden evaluar si la Información Geográfica proporcionada es adecuada para sus propósitos. Por lo tanto, la catalogación permite a los usuarios y productores de Información Geográfica llegar a una definición

común de los Objetos Geográficos en un lenguaje compartido, facilitando una mayor comprensión de su contenido y alcance. Además, sienta las bases para la interoperabilidad, uso e intercambio de datos geográficos entre diferentes usuarios.

CAPÍTULO II: Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) en Universidades Nacionales Públicas

La IDE es un componente esencial en el actual panorama de gestión de información geoespacial. En el entorno académico, las IDE no sólo crean nuevas oportunidades para la investigación y la enseñanza, sino que también proporcionan el marco para que los estudiantes exploren temas relacionados con la IDE.

La guía de procedimientos titulada "Recomendaciones para un Nodo IDE Universitario u Organismo Científico" (2018), desarrollada por el Grupo de Trabajo "Marco Institucional" de IDERA, establece una serie de directrices para identificar y reconocer a los diversos actores que desempeñan un papel fundamental en una IDE.

En primer lugar, se destaca la importancia de identificar a los productores de información geográfica, aquellos grupos o áreas que generan datos geoespaciales. Estos productores desempeñan un papel esencial en la generación de información geográfica y en la sensibilización sobre la relevancia de contar con una IDE sólida.

Además de los productores de información, se identifican otras áreas que intervienen en la creación y gestión de un nodo IDE. Esto incluye a departamentos, institutos de investigación y otras unidades relacionadas con el diseño, la difusión y los aspectos informáticos de la IDE.

Es crucial involucrar a la máxima autoridad institucional, como el/la Rector/a, en el proceso de sensibilización sobre la importancia de establecer un nodo IDE en la institución académica.

El área de Sistemas de la institución juega un papel clave, ya que es responsable de la instalación del nodo y de proporcionar el soporte tecnológico necesario para su funcionamiento.

Asimismo, se destaca la figura del responsable del funcionamiento de la IDE, quien tiene la tarea de gestionar capacitaciones, brindar asesoramiento, coordinar acciones y garantizar la aplicación de estándares. Esta persona desempeña un papel fundamental en el éxito de la IDE.

La colaboración con los Grupos de Trabajo de IDERA se presenta como una oportunidad para involucrar a las áreas productoras de información en la gestión de datos geoespaciales, lo que fortalece aún más la infraestructura.

En el contexto de la creación de un nodo IDE, se extiende una invitación a nuevos organismos para georreferenciar información de acuerdo con los estándares de IDERA. Además, se les brinda capacitación en SIG y en la publicación de información. Esta guía proporciona una hoja de ruta integral para la identificación y participación de los diversos actores que contribuyen al éxito de una Infraestructura de Datos Espaciales en entornos universitarios y científicos. La colaboración y coordinación efectiva de estos actores son fundamentales para el desarrollo y la operación exitosa de una IDE.

Políticas públicas

Las políticas representan declaraciones oficiales emitidas por una autoridad reconocida que establecen principios, guías y directrices. Estas políticas son elaboradas, adaptadas y aprobadas por expertos temáticos y autoridades administrativas, y constituyen planes de alto nivel, cursos de acción y metodologías. Tienen una aplicación obligatoria para respaldar los procesos de toma de decisiones y suelen conformar un conjunto de leyes que se ejecutan a través de normativas y pautas. Su principal función es proporcionar el marco institucional y legal necesario para regular la creación, uso, almacenamiento y compartición de datos e información, especialmente en el contexto de la compartición de información. (Olvera Ramírez, 2014)

Las políticas públicas son el conjunto de objetivos, decisiones y acciones que lleva a cabo un gobierno para solucionar los problemas que en un momento determinado los ciudadanos y el propio gobierno consideran prioritarios. (Tamayo Saéz, 1997) En este sentido, las IDE pueden desempeñar un papel crucial en la resolución de los problemas planteados al proporcionar información estandarizada e interoperable que respalda la toma de decisiones basadas en evidencia.

En la actualidad, gracias al impacto de la tecnología en la información geoespacial, se han logrado reducir los tiempos necesarios para procesar y archivar grandes volúmenes de datos, así como la capacidad de ejecutar una amplia gama de combinaciones de variables, entre otros avances. Las Tecnologías de Información Geográfica (TIG) desempeñan un papel crucial al facilitar estas operaciones y al poner la información a disposición de sus usuarios potenciales para su análisis científico o político. Mediante el uso de software especializado, es posible identificar patrones

espaciales a partir de representaciones simplificadas de los hechos geográficos. (Vivanco Cruz et al. 2020)

Nodos IDE Universitario como política de democratización de la información

La creación de Nodos IDE Universitarios representa una estrategia fundamental en el ámbito académico y geoespacial, con un objetivo claro: democratizar el acceso y la gestión de la información geográfica. Estos nodos no solo promueven la colaboración entre universidades, investigadores y estudiantes, sino que también facilitan el intercambio de datos y conocimientos, contribuyendo así a una mayor equidad en la disponibilidad y el uso de la información geoespacial. Esta democratización no solo fomenta la innovación y el desarrollo académico, sino que también tiene un impacto positivo en la toma de decisiones y el progreso de la sociedad en su conjunto.

La gestión de la información implica tanto informarse cómo comunicar. Además, conlleva la tarea de construir una representación precisa de una realidad específica utilizando los datos disponibles, con el propósito de compartir o comunicar esta información a otros. (Vivanco Cruz et al. 2020)

En el contexto de una IDE universitaria, la "democratización" de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) abre nuevas oportunidades tanto para los miembros de la comunidad académica como para los encargados de la toma de decisiones. Esto se refleja en la capacidad de establecer canales de comunicación innovadores para compartir información, así como en el potencial de actuar como intermediarios entre la universidad y la comunidad en la generación y difusión de datos relacionados con los procesos socioterritoriales..

Gobernanza aplicada a los datos geoespaciales

La gobernanza de datos geoespaciales es el proceso de administrar y controlar el uso de datos geoespaciales. Esto incluye establecer políticas y procedimientos para la recopilación, el almacenamiento, el acceso y el intercambio de datos. También implica crear el contexto necesario para garantizar el uso ético y legal de los datos.

Las instituciones universitarias cuentan con una estructura organizativa sólidamente documentada en lo que respecta a la definición de responsabilidades y roles. Sin embargo, esta estructura no se aplica en el contexto de las Infraestructuras de

Datos Espaciales, ya que estos proyectos suelen enmarcarse en investigaciones a corto plazo, y la gestión queda a discreción de los participantes de la iniciativa. Por lo tanto, es fundamental reconocer que la gobernanza de la IDE desempeña un papel estratégico en la gestión y aprovechamiento efectivo de la Información Geoespacial.

La gobernanza de datos, según los autores Salvador y Ramíó (2020), implica establecer los derechos y responsabilidades en la toma de decisiones relacionadas con el uso de datos, la gestión de la calidad de los datos, los sistemas de gestión de datos, la seguridad de los datos y la administración de los mismos. Esto se hace con el propósito de valorar los datos como un activo que requiere una gestión adecuada. Además, la gobernanza de datos busca establecer responsabilidades en la toma de decisiones y en las tareas relacionadas con los datos, así como establecer directrices y normas para garantizar la calidad de los datos y su uso apropiado. En este sentido, la gobernanza de datos está vinculada a los procesos organizativos que permiten definir responsabilidades y decisiones alineadas con los objetivos de la organización, promoviendo un comportamiento deseable en el manejo de los datos como un activo de la organización.

La gobernanza de la IDE en las Universidades Públicas

La temática de gobernanza aplicada a las Infraestructuras de Datos Espaciales es un campo relativamente nuevo. Esta línea de trabajo fue incorporada a la agenda por el Comité de Expertos de Gestión Global de la Información Geoespacial de las Naciones Unidas a través de la guía de implementación del Marco Integrado de Información Geoespacial. Esta guía, publicada por primera vez en el año 2020, establece una vía estratégica específica denominada "Vía Estratégica 1: Gobernanza e Instituciones," la cual fue mencionada en el capítulo anterior.

La Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina está llevando a cabo un Plan Estratégico para implementar el IGIF en los organismos de Argentina que son parte de IDERA. Este documento representa un componente fundamental en la planificación de la IDE Nacional y sus nodos, con un enfoque en su fortalecimiento y mejora continua. La visión se centra en hacer un aporte estratégico a los tomadores de decisiones a través del uso eficiente de la Información Geoespacial, con el objetivo de contribuir al desarrollo económico, social y ambiental sostenible.

Los principios fundamentales que rigen esta gobernanza incluyen la cooperación, participación, coordinación, planificación, eficacia y eficiencia, competencia, estandarización, difusión, servicio a la comunidad, equidad, alineamiento estratégico, liderazgo y compromiso, y desarrollo de capacidades. El objetivo de esta gobernanza es obtener respaldo político, fortalecer los mandatos institucionales y crear un entorno de intercambio de datos cooperativos, todo ello en base a una comprensión del valor de las IDE, los roles y las responsabilidades necesarias para alcanzar la visión propuesta.

En cuanto a las universidades públicas adheridas a IDERA, este tema no ha recibido una amplia difusión debido a su reciente publicación y a la complejidad de aplicar el Marco Integrado de Información Geoespacial. Hasta el momento, la Universidad Nacional del Sur es el único caso que ha avanzado en lo que respecta a la gobernanza en la Infraestructura de Datos Espaciales.

Gobernanza de la Infraestructura de Datos Espaciales del Sudoeste Bonaerense de la Universidad Nacional del Sur

Dentro del Laboratorio de Geotecnologías del Departamento de Geografía y Turismo de la Universidad Nacional del Sur se creó la Infraestructura de Datos Espaciales del Sudoeste Bonaerense. Según Barragán (2021) en su trabajo “Gobernanza de la información geográfica dentro de una IDE universitaria” destaca la importancia de la Información Geográfica (IG) en la actualidad, enfatizando su relevancia para el desarrollo social, económico y territorial en todo el mundo. Se reconoce a la IG como un activo estratégico para el manejo equilibrado y sostenible de recursos y capital humano. El acceso efectivo a los datos geoespaciales es esencial para la toma de decisiones. La Información Geoespacial abierta es esencial para analizar realidades territoriales complejas y que su gestión debe apoyarse en marcos teóricos y normativos sólidos para lograr una gobernanza eficaz. La disponibilidad de datos geoespaciales de calidad tiene un impacto económico y puede mejorar los procesos internos de las organizaciones. El autor realiza un análisis de las normativas nacionales, provinciales e institucionales de la Universidad para identificar aspectos que podrían aplicarse en la gobernanza de la IDE. En este sentido, se retoma el Plan Estratégico de la Universidad Nacional del Sur, que incluye la creación de un programa de gestión de la información

compuesto por seis proyectos. Estos proyectos abordan la mejora de la información, la creación de un área de procesamiento de la información de la UNS, la diseminación de la información y del conocimiento, la comunicación interpersonal, el gobierno electrónico y el sistema de formulación de proyectos.

El Laboratorio de Geotecnologías desempeña un papel fundamental al alinearse con los objetivos de procesamiento, análisis y protección coherente e interoperabilidad de la IG producida por los grupos de investigación en los departamentos y su posterior exposición al resto de la institución.

En lo que respecta a la organización, dentro del Laboratorio de Geotecnologías y bajo la estructura de IDESoB se han establecido grupos de trabajo que siguen las recomendaciones de IDERA para abordar las diversas áreas que requiere la gestión de la IG, manteniendo estándares de calidad específicos. (Barragán, 2021)

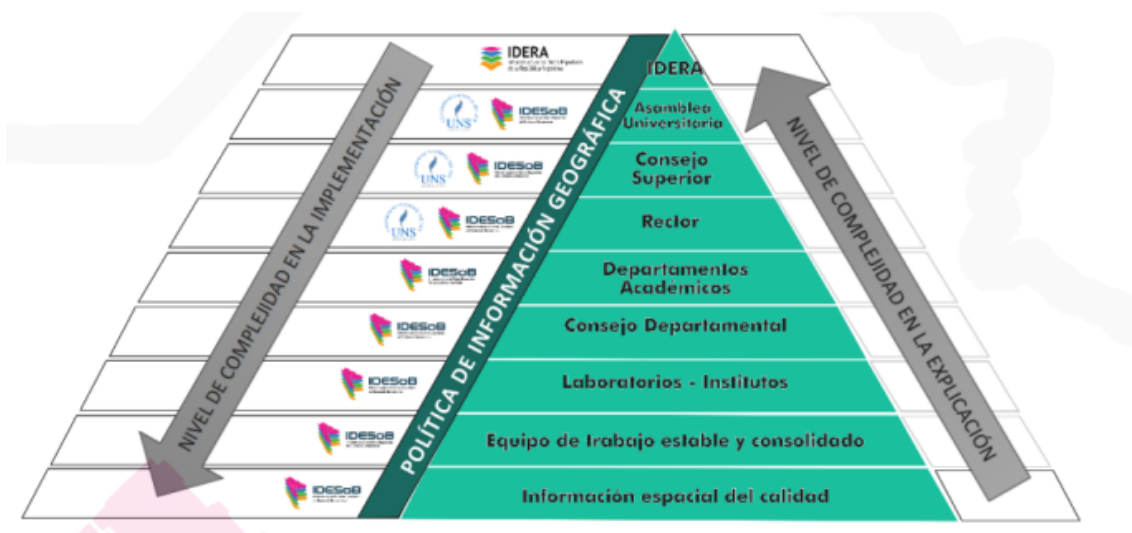


Figura 2: Estructura de creación de la IDE Institucional UNS. Fuente: Federico Barragán (2021)

En el documento "Marco Institucional"⁷ del Grupo de Trabajo Institucional del Laboratorio de Geotecnologías, se establecen la misión, visión y principios fundamentales. La misión propuesta es la siguiente: "Promover la publicación y generación eficiente y estandarizada de geoservicios con el propósito de democratizar el acceso a la información geográfica producida en el ámbito de la Universidad Nacional del Sur y su área de influencia en el Sudoeste Bonaerense. Esto se presenta como una

7

https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://idesob.uns.edu.ar/wp-content/uploads/2023/05/Idesob_Marco_Institucional.pdf

contribución estratégica para la planificación y el manejo prospectivo del territorio, en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 2030."

La visión que orienta a la institución es la siguiente: "Convertirse en el Nodo líder en la integración y gestión de información geográfica, siguiendo los principios del Marco Integrado de Información Geoespacial de las Naciones Unidas (UN-IGIF). Esto implica orientar la toma de decisiones basada en conocimiento geoespacial, enfocada en el territorio, y contribuir activamente a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 2030."

Se establecen los siguientes principios rectores:

-La IDESoB se concibe como una estrategia de gobernanza de la información geoespacial y geográfica, apoyada en el uso de geotecnologías.

-Fomentar y fortalecer la cooperación y la colaboración entre las unidades académicas que disponen y/o producen información y conocimiento geoespacial-geográfico (I-C G).

-Reconocer y destacar las producciones de los grupos de investigación que forman parte de la UNS.

-Proporcionar acceso a información y conocimiento geográfico, respetando los principios de seguridad, confidencialidad y privacidad, conforme a los lineamientos establecidos en el Plan Estratégico de la UNS.

-Trabajar incesantemente para mejorar la captura, gestión e intercambio de información y conocimiento geográfico en beneficio de la comunidad.

-Evitar la duplicación de esfuerzos y el desperdicio de recursos, como parte de los fundamentos básicos de nuestra operación.

Directivas del Grupo de Trabajo Academia y Ciencia de IDERA

El Grupo de Academia y Ciencia de IDERA tiene como misión principal facilitar la colaboración y la sinergia entre la academia, la ciencia, la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina y la sociedad en general. Su objetivo es promover la democratización de la información geoespacial académica, brindando un puente entre la producción de datos geoespaciales en ámbitos académicos y su acceso por parte de la sociedad. Las funciones que lleva adelante este Grupo de Trabajos son:

-Apoyar la implementación de nodos de IDE en universidades e institutos de investigación, permitiendo la difusión y accesibilidad de la información geoespacial generada en entornos académicos.

-Establecer conexiones y colaboraciones con universidades e institutos de investigación, fomentando su participación en IDERA y en las actividades del grupo de trabajo.

-Impulsar la inclusión de contenidos relacionados con la IDE y los estándares de IDERA en los planes de estudio de carreras de grado y posgrado.

-Promover y difundir oportunidades de financiamiento para proyectos de investigación y desarrollo enfocados en temas relacionados con las IDE.

-Identificar y dar a conocer programas y proyectos de investigación y desarrollo en el ámbito del sistema científico y tecnológico que se centren en las IDE.

-Facilitar la creación de material didáctico y publicaciones relacionadas con las IDE, contribuyendo a la formación y divulgación en este campo.

-Recopilar y compartir casos exitosos y experiencias de formación en instituciones académicas, inspirando a otros a seguir este camino.

-Gestionar y coordinar las presentaciones académicas en las Jornadas de IDERA, promoviendo el intercambio de conocimientos y experiencias en este ámbito.

El Grupo de Academia y Ciencia de IDERA desempeña un papel fundamental al conectar la comunidad académica con el mundo de la información geoespacial, fomentando la colaboración y el acceso a datos y la generación de capacidades respecto a la Infraestructura de Datos Espaciales.

Gobernanza de la IDE-UNPSJB

En el ámbito universitario, resulta crucial definir las acciones y competencias a nivel político-institucional con respecto a la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE). Obtener respaldo político-institucional es fundamental para que las medidas adoptadas perduren en el tiempo mediante marcos normativos. Además, se deben crear espacios que garanticen el intercambio de datos y experiencias.

En este contexto, siguiendo las recomendaciones del Marco Integrado de Información Geoespacial, específicamente en la Vía Estratégica 1 de Gobernanza e Instituciones, se propone la creación de un comité ejecutivo (ver figura 4). Este comité

debería estar integrado por las máximas autoridades de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, seguidas por las Secretarías de Ciencia y Técnica, Académica, Bienestar y Extensión. También incluirá representantes de las Unidades Académicas, Institutos de Investigaciones, Laboratorios, Observatorios y Grupos de Investigación, así como asesores externos. Este grupo será responsable de definir la misión y visión de la IDE, realizando los ajustes necesarios de forma permanente. Además, su responsabilidad incluirá la creación de acuerdos y convenios con otras instituciones para brindar asesoramiento y transferencia de conocimientos en el ámbito de la Información Geoespacial. Asimismo, se facilitará la movilidad de estudiantes, docentes e investigadores hacia otras instituciones con fines de capacitación.

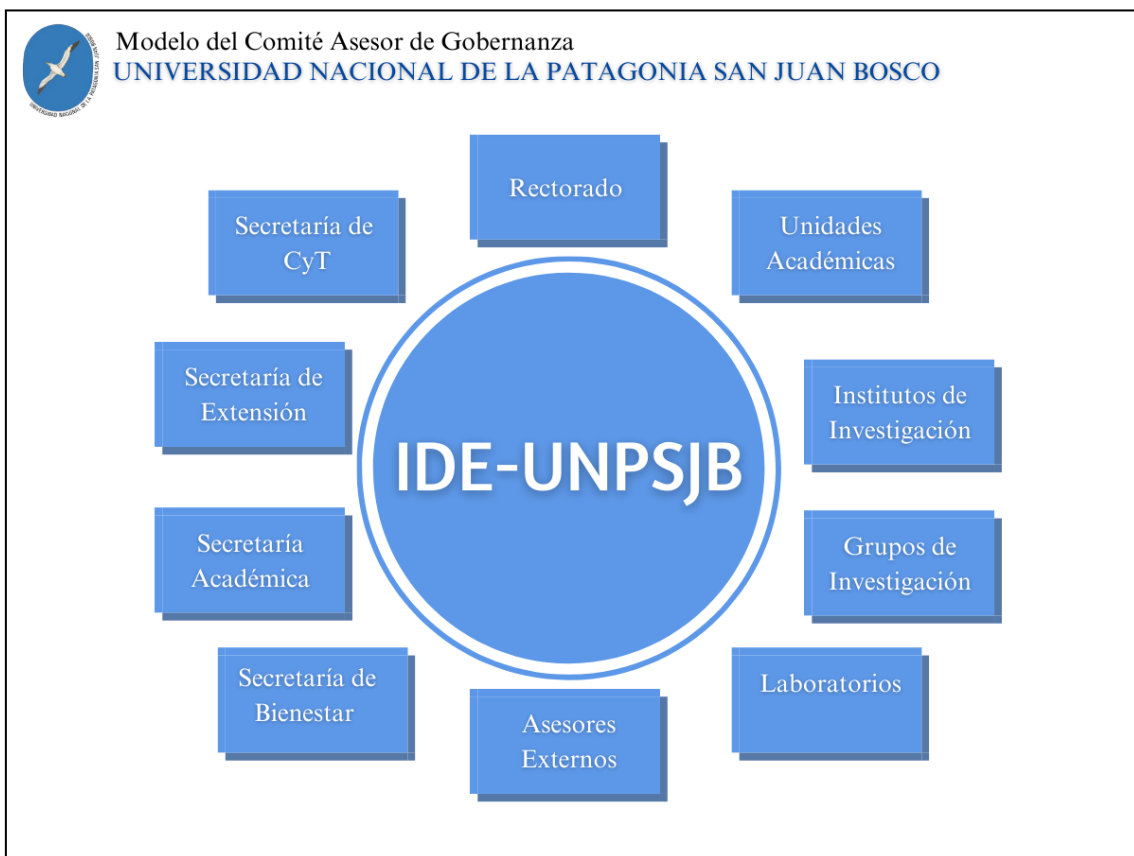


Figura 3: Comité asesor de Gobernanza UNPSJB. Elaboración propia.

Para lograr una organización efectiva de la IDE-UNPSJB, se propone la división de tareas en Grupos de Trabajo con el objetivo de evitar la duplicidad de esfuerzos. Los Grupos de Trabajo propuestos son:

- Grupo de Trabajo de Tecnología y Base de Datos
- Grupo de Trabajo de Metadatos

- Grupo de Trabajo Información Geoespacial
- Grupo de Trabajo Difusión y Comunicación
- Grupo de Trabajo Capacitación

El Grupo de Trabajo de Tecnología y Bases de Datos se encargará principalmente de realizar las tareas de instalación y mantenimiento de las tecnologías que posibilitan la publicación de datos y servicios bajo los estándares establecidos, así como el mantenimiento de bases de datos. Además, gestionará usuarios para todas las aplicaciones utilizadas en la IDE y elaborará instructivos para trabajar con las aplicaciones implementadas en conjunto con el Grupo de Trabajo de Capacitación.

El Grupo de Trabajo de Metadatos supervisará las tareas relacionadas con este tema, definiendo las herramientas para la correcta generación de metadatos. Facilitará la documentación de buenas prácticas en la carga de metadatos y definirá los lineamientos de evaluación del servicio de catálogo en cuanto a interoperabilidad y completitud del metadato.

El Grupo de Trabajo de Información Geoespacial tendrá la responsabilidad de abordar las especificaciones técnicas relacionadas con la representación de la información geoespacial. Asegurará la interoperabilidad y la calidad de dicha información, así como la adopción e implementación de los estándares de IDERA vinculados a la gestión de la información geoespacial y la generación de un Catálogo de Objetos Geográficos específico para la Universidad.

El Grupo de Trabajo de Difusión y Comunicación se encargará de difundir, sensibilizar y promover la IDE-UNPSJB, así como sus actividades y estándares, tanto dentro de la comunidad universitaria como en el público en general. Además, será responsable del diseño y la actualización constante de la página web del Geoportal, así como de la divulgación de los recursos y servicios ofrecidos por la IDE-UNPSJB.

El Grupo de Trabajo de Capacitación se encargará de transferir conocimientos a los usuarios y productores de la IG para mejorar sus aptitudes técnicas, ya sean de la Universidad o de Gobiernos Locales de la región. Asimismo, promoverá la creación de material didáctico y publicaciones relacionadas con la IDE. Además, gestionará un espacio en el campus virtual de la UNPSJB para una mejor organización de las capacitaciones.

Los Grupos de Trabajo de la IDE-UNPSJB fueron concebidos tomando como modelo la estructura de IDERA. Cada grupo estará bajo la coordinación de una o dos personas, las cuales deberán participar en los encuentros de Grupos Técnicos de Trabajo de IDERA y transmitir el conocimiento adquirido al interior de su propio grupo. La asignación de responsabilidades no implica que los grupos de trabajo operen de manera independiente, sino que se fomente la interacción entre ellos.

Actores institucionales de la IG en la UNPSJB

Los actores institucionales involucrados en la Infraestructura de Datos Espaciales de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco pueden variar en función de la estructura y la organización específica de la institución, así como de los proyectos y actividades relacionados con la IDE. Entre estos actores, se destacan las autoridades universitarias, como el rector/a, vicerrector/a, decanos/as y secretarios/as, quienes tienen la responsabilidad de tomar decisiones estratégicas vinculadas a la IDE. Además, los departamentos de las unidades académicas, como el de Geografía, desempeñan un papel fundamental en la investigación y enseñanza de la información geoespacial y los SIG.

Los Institutos y Grupos de Investigación están directamente relacionados con la IDE, ya sea consumiendo información geoespacial o generando nueva información. Asimismo, la IDE ofrece un método adicional de divulgación científica.

En entrevista con la Docente Investigadora de Geología, Mariela Ocampo, se destacó que “...gracias a los geoservicios del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR), se agilizan los tiempos y se accede a información que antes no estaba disponible...”

Las áreas de tecnologías de la información y telecomunicación proporcionan soporte técnico y los recursos necesarios para que el sistema funcione correctamente.

La biblioteca de la Universidad desempeña un papel fundamental en la gestión y difusión de la información geoespacial, ya que alberga una amplia colección de recursos cartográficos en formato analógico. En el marco del proyecto de Investigación de CyT N°1709 "Tecnologías de la Información y la Comunicación en la gestión, preservación y acceso a materiales cartográficos", se persigue el objetivo de desarrollar un servicio de mapoteca digital. Esto contribuirá significativamente a mejorar la gestión, preservación

y disponibilidad de los materiales cartográficos en la Biblioteca Central Dr. Eduardo A. Musacchio de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

Tanto los estudiantes como los docentes participarán activamente en la investigación de información geoespacial y la utilización de datos espaciales con fines académicos, al mismo tiempo que desarrollarán habilidades relacionadas con la Infraestructura de Datos Espaciales. En este contexto, se cumplirán con las directrices del Grupo de Trabajo Academia y Ciencia de IDERA para integrar contenidos relacionados con la IDE en los planes de estudio.

El rol de los administradores de datos geoespaciales es fundamental, ya que son el personal especializado en la gestión de la IDE y en su operación.

Por último, la comunidad local y regional se verá beneficiada en función de los objetivos de la IDE. Es posible que se involucren actores externos, como organismos gubernamentales locales, empresas, organizaciones sin fines de lucro y la sociedad en general.

Los roles de los actores institucionales dependerán de la estructura y los objetivos específicos establecidos por el "Comité Asesor de Gobernanza" para la IDE de la UNPSJB. Los actores institucionales tendrán la posibilidad de formar parte de los grupos de trabajo de la IDE según sus intereses o áreas de experiencia.

Escalas y Jurisdicciones de intervención de los actores

La distribución de las sedes de la Universidad en cuatro ciudades Comodoro Rivadavia, Esquel, Puerto Madryn y Trelew (ver figura 5) de la Patagonia Central permite establecer áreas de influencia para cubrir las necesidades de información geoespacial a partir de las designaciones de los coordinadores del Laboratorio en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección⁸ en todas las sedes con el fin de generar y promover iniciativas de investigación, extensión y vinculación tecnológica sobre las problemáticas territoriales mediante el uso de Tecnologías de la Información Geográfica (TIG).

⁸ Resolución CD- FHCS N°276/2021



Figura 4: Mapa de la distribución espacial de las Unidades Académicas de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Elaboración Propia.

El Laboratorio en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección tiene la capacidad de ofrecer servicios destinados a desarrollar competencias técnicas en la captura, integración, edición, mantenimiento y actualización de información geoespacial. Estos servicios están disponibles tanto para la comunidad universitaria como para actores externos, con el objetivo de contribuir a la reducción de la brecha digital geoespacial. La visión del Laboratorio es facilitar la intervención de la UNPSJB en problemáticas relevantes a través de enfoques transdisciplinarios en investigación, transferencia, extensión y docencia. Su misión consiste en establecer un espacio de articulación institucional con profesionales de diversas disciplinas. Este espacio promueve líneas de investigación, transferencia científica y extensión universitaria, con el propósito de identificar las tendencias más importantes en el desarrollo de tecnologías geoespaciales y áreas científicas relacionadas. Además, busca adaptarse a los diversos condicionantes de naturaleza profesional, logística, institucional y legal.

CAPÍTULO III: Metodología

Esta investigación de tesis de Licenciatura en Geografía tiene un carácter exploratorio sobre las IDE en las universidades públicas para desarrollar un método de optimización, actualización, sistematización, publicación y mantenimiento de la información geoespacial.

La temática se encuentra en constante transformación, por tal motivo se realiza una revisión bibliográfica sobre los aportes teóricos y las normativas que regulan el avance de las IDE en otras instituciones universitarias.

El método de trabajo, guiado por un enfoque mixto, complementa las técnicas cualitativas con técnicas cuantitativas y se apoya en entrevistas y encuestas.

Las encuestas fueron implementadas de manera indirecta con el propósito de comprender, en cierta medida, cómo se consume la información geoespacial en la comunidad universitaria y determinar si tienen el hábito de compartir los geodatos.

Secuencia de tareas y procedimientos

El diseño y desarrollo del sistema involucra una secuencia de tareas que se detallan a continuación:

1. Instalar el motor de base de datos en el servidor I con la extensión espacial PostGIS.
2. Instalar un servidor web (Apache Tomcat) en el servidor I de la universidad.
3. Realizar las configuraciones necesarias para desplegar las aplicaciones web.
4. Diseñar un modelo de base de datos con la extensión geoespacial.
5. Desplegar las aplicaciones dentro del servidor web:
 - Desplegar la aplicación de geoservicios (Geoserver).
 - Desplegar la aplicación de catálogo de metadatos (Geonetwork).
 - Desplegar la aplicación para la visualización de mapas (Mapstore).
6. Instalar un servidor web (Apache) en el servidor II.
7. Instalar el software libre PHP en el servidor II.
8. Instalar el software libre Wordpress para la página web del Geoportal del servidor II.
9. Cargar información geoespacial a la base de datos.
10. Generar la conexión de la base de datos con la aplicación de geoservicios.

11. Generar los geoservicios WMS y WFS
12. Vincular los geoservicios a las aplicaciones de visualización de mapas
13. Generar el mapa web y publicar el mapa.
14. Vincular los geoservicios con la aplicación de metadatos.
15. Generar los metadatos para la información geoespacial utilizada.
16. Diseñar la página de inicio del Geoportal orientado en la geousabilidad.
17. Enlazar todas las aplicaciones (Visor de mapas, geoservicios, metadatos) al Geoportal.
18. Comunicación y difusión.

Diseño del sistema referente a software y hardware

El paso más complejo para el desarrollo de una Infraestructura de Datos Espaciales es el diseño de la infraestructura de aplicaciones, que implica seleccionar el servidor y las aplicaciones que se instalarán, así como determinar cómo se accederá a ellas. Por lo tanto, es necesario definir algunos conceptos básicos.

El servidor, según Olaya (2014), es el componente responsable de proporcionar el servicio y de responder a las solicitudes del cliente. A medida que los clientes se vuelven más complejos y requieren una mayor cantidad de funcionalidades, los servidores deben ser capaces de ofrecer servicios más sofisticados.

El modelo cliente/servidor es la arquitectura estándar de funcionamiento de este tipo de sistemas cuyos componentes hardware y software se comunican a través de redes, ya sea Intranet o Internet, para que un usuario, mediante un software llamado cliente situado en su ordenador, solicite un servicio a otro programa llamado servidor que está situado en una máquina remota.

Una vez que el servidor recibe la solicitud, la cual responde a estándares particulares, es capaz de procesarla y así enviar la respuesta. La característica del servidor es su capacidad para atender a múltiples clientes al mismo tiempo, consultando y procesando la información de acuerdo a los requerimientos de los clientes. (Massera, 2018)

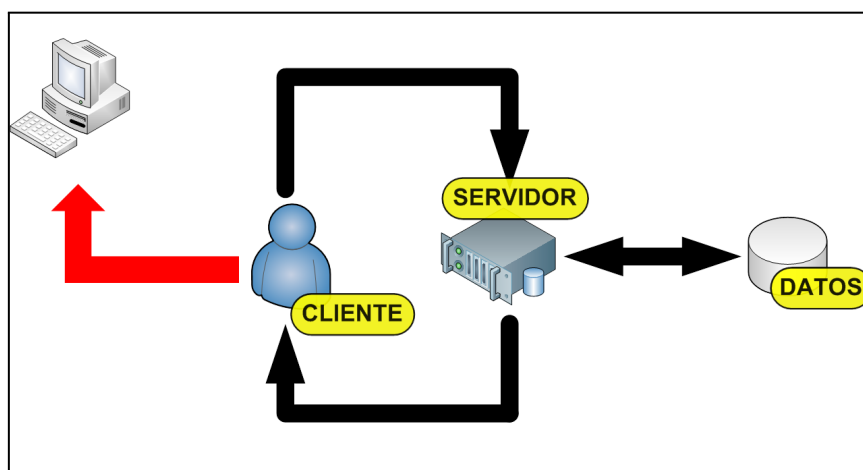


Figura 5: Ejemplo del modelo cliente/servidor. Fuente: Massera (2018)

La implementación de un servicio web en el servidor para que los clientes puedan consultar ya sea un simple mapa, los datos de tablas o los metadatos almacenados, facilita su acceso y uso en proyectos, aplicaciones u otras operaciones geoespaciales.

Para este proyecto en particular es necesario profundizar aún más en la arquitectura cliente/ servidor y establecer los tipos de clientes que se conectarán con el servidor.

Existen dos tipos básicos de clientes: un “cliente ligero o liviano” cuando es un software que depende enteramente del servidor para todo proceso de la información geoespacial. Ejemplo de este tipo de cliente son los navegadores de Internet (Microsoft Edge, Chrome, Firefox, entre otros). Los visualizadores de mapas Web en la mayoría de los geoportales funcionan como clientes ligeros ya que se cargan automáticamente y no es necesaria ninguna instalación previa.

Si es necesario instalar y ejecutar un software en el ordenador del cliente el cual va a realizar operaciones con los datos, se habla de un “cliente pesado” como por ejemplo ArcGIS, QGIS, gvSIG, Google Earth, entre otros.

Los geoportales ejemplifican la arquitectura cliente/servidor al reunir diversas aplicaciones especializadas que facilitan el acceso a una variedad de geoservicios. Actualmente, existen varios tipos con diversas funciones, desde los básicos que ofrecen mapas web hasta los más complejos que proporcionan a los usuarios una variedad de geoservicios.

Base de datos con extensión geoespacial

Una colección de datos referidos a objetos de los que se conoce su localización espacial se denomina Base de Datos Espaciales (Bernanbe Póveda, 2012).

A partir de la estructura definida referente a la información, el siguiente paso es la construcción de la base de datos dentro de un lenguaje estándar de consultas con extensión espacial, el cual es el encargado de gestionar la información de forma relacional, a partir de consultas específicas.

Para alcanzar este objetivo, es esencial definir el Sistema Manejador de Bases de Datos (DBMS), lo cual se logra siguiendo el estándar internacional del Open Geospatial Consortium (OGC, 2008). Este estándar ofrece soporte para bases de datos relacionales y proporciona la capacidad de implementar álgebra especial para su procesamiento. Se tuvieron en cuenta diversos criterios de funcionamiento, incluyendo la compatibilidad con los sistemas operativos más utilizados y el uso del lenguaje de consulta SQL.

En base a estos requisitos, se seleccionó PostgreSQL (PostgreSQL global development group, 1996) con la extensión espacial PostGIS (Ramsey, 2009) como el DBMS para este proyecto. Estos elementos actúan como el vínculo directo con el servidor de mapeo web (De la Beaujardiere, 2006) y el Sistema de Información Geográfica.

Al ser de diseño complejo es necesario dejar registrado algunos pasos para su configuración y administración en forma básica:

- Propósito.
- Usuarios.
- Fuentes de datos.
- Estructura.
- Método de ingreso de datos.
- Procedimientos de actualización.

Si consideramos a la base de datos geoespacial una colección lógica de información geoespacial debemos tener en cuenta sus componentes espaciales y temáticas. Las primeras almacenan posición, tamaño, forma y las segundas almacenan sus atributos alfanuméricos.

El almacenamiento adecuado de datos geográficos es un factor crítico para lograr el procesamiento de la información. Generalmente los datos espaciales se

organizan en capas, es por ello que en una base de datos espacial, se almacenan los objetos (capas) junto con sus atributos y relaciones geométricas y no-geométricas, ya sea en formato vectorial o raster.

PostgreSQL

PostgreSQL es un Sistema de Gestión de Base de Datos Objeto-Relacional de uso libre, y se lo denomina RDBMS (Relational Database Management System). Los RDBMS proporcionan el ambiente adecuado para gestionar una base de datos. El término SQL es la abreviatura de Structured Query Language, es decir un lenguaje de programación estructurado de consultas.

El software es de código abierto, bajo la licencia BSD (Berkeley Software Distribution). Quiere decir que puede ser usado, modificado, y distribuido por cualquier persona para cualquier propósito sin cargo alguno, ya sea para un fin privado, comercial o académico. El proceso es dirigido por una comunidad de desarrolladores y organizaciones comerciales las cuales trabajan en su desarrollo y difusión. Esta comunidad es el PostgreSQL Global Development Group, o conocido por sus siglas PGDG.

La diferencia con los sistemas de mantenimiento de Bases de Datos relacionales tradicionales (DBMS), es que los RDBMS soportan un modelo de datos que consiste en una colección de relaciones con nombre, que contienen atributos de un tipo específico.

El software ofrece una potencia adicional sustancial al incorporar los siguientes conceptos adicionales básicos en una vía en la que los usuarios pueden extender fácilmente el sistema:

- tipos de datos
- funciones
- operadores
- funciones de agregado
- métodos de indexación
- lenguajes procedurales

PostgreSQL exhibe algunas características propias del ámbito de las bases de datos orientadas a objetos. De hecho, algunas bases de datos comerciales han incorporado recientemente funciones que PostgreSQL introdujo en primera instancia.

En el siguiente esquema general se muestran los componentes más importantes en un sistema PostgreSQL.

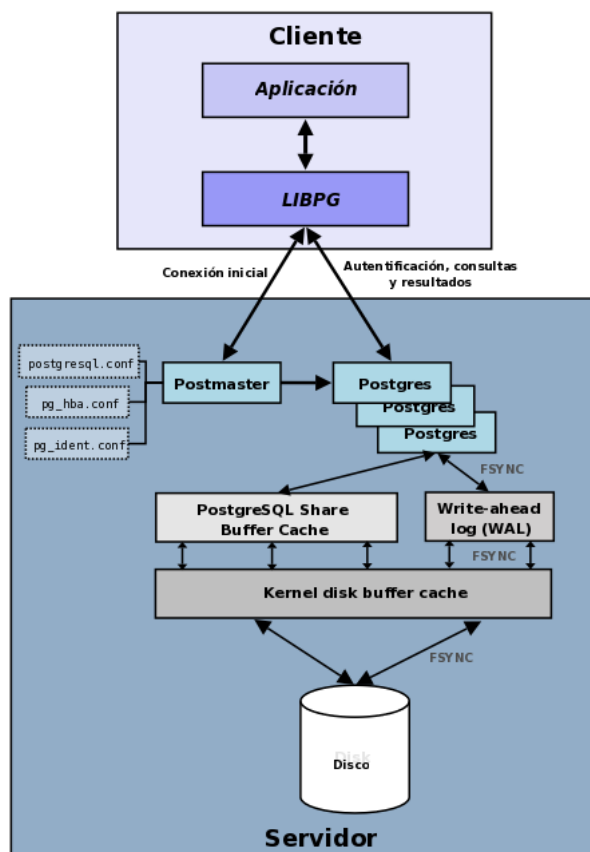


Figura 6: Esquema general de PostgreSQL. Fuente: http://www.postgresql-es.org/sobre_postgresql

Es importante conocer la función de cada uno de los componentes que a continuación se detallan⁹:

- **Aplicación cliente:** Esta es la aplicación cliente que utiliza PostgreSQL como administrador de bases de datos. La conexión puede ser vía TCP/IP ó sockets locales.
- **Dominio postmaster:** Este es el proceso principal de PostgreSQL. Es el encargado de escuchar por un puerto/socket por conexiones entrantes de clientes. También es el encargado de crear los procesos hijos que se encargaran de autenticar estas peticiones, gestionar las consultas y mandar los resultados a las aplicaciones clientes.

⁹ Se puede consultar la lista completa de características disponibles en todas las versiones en la dirección <http://www.postgresql.org/about/featurematrix>

- **Ficheros de configuración:** Los tres ficheros principales de configuración utilizados por PostgreSQL son: postgresql.conf, pg_hba.conf y pg_ident.conf
- **Procesos hijos postgres:** Procesos hijos que se encarga de autenticar a los clientes, de gestionar las consultas y mandar los resultados a las aplicaciones clientes.
- **PostgreSQL share buffer cache:** Memoria compartida usada por PostgreSQL para almacenar datos en caché.
- **Write-Ahead Log (WAL):** Componente del sistema encargado de asegurar la integridad de los datos (recuperación de tipo REDO)
- **Kernel disk buffer cache:** Caché de disco del sistema operativo
- **Disco:** Disco físico donde se almacenan los datos y toda la información necesaria para que PostgreSQL funcione.

PostGIS

PostGIS es un módulo que proporciona soporte para objetos geográficos en la base de datos relacional PostgreSQL, convirtiéndola en una base de datos espacial apta para su uso en un Sistema de Información Geográfica. Este módulo se distribuye bajo la Licencia Pública General de GNU. Desarrollado por la empresa canadiense Refraction Research, especializada en software de código abierto, PostGIS recibió la certificación del Open Geospatial Consortium (OGC) en 2006, asegurando así su interoperabilidad con otros sistemas similares.

PostGIS facilita el soporte de objetos geográficos en la base de datos objeto-relacional PostgreSQL. La empresa desarrolladora, Refraction Research, es conocida por su especialización en software de código abierto, incluyendo proyectos como Udig. PostGIS ha demostrado su eficiencia versión tras versión.

En cuanto al almacenamiento de información geográfica, PostGIS utiliza una columna del tipo GEOMETRY, diferenciándola del homónimo "GEOMETRY" utilizado por PostgreSQL. La geometría puede almacenarse en formato Well-Known Binary (WKB), aunque hasta la versión 1.0 se utilizaba la forma Well-Known Text (WKT).

Principales características.

PostGIS incluye las siguientes funcionalidades:

- Objetos simples según la definición del OpenGIS Consortium (OGC)
- Soporte para las representaciones Well-Known Text y Well-Known Binary de objetos geográficos.
- Indexación rápida de objetos espaciales usando GIST (Generic Index Structure).
- Funciones de análisis geoespacial.
- Objetos de extensión a PostgreSQL JDBC correspondientes a las geometrías.
- Soporte para las funciones de acceso OGC según la definición del Simple Features Specification.

El proceso de creación de la base de datos PostGIS se realiza utilizando el software pgAdmin, que para este proyecto se empleó la versión IV en el cual se define y crea una base de datos con variables PostGIS la que contendrá las distintas capas creadas mediante un programa SIG.

Definida la base de datos PostGIS se puede visualizar en la estructura del servidor PostgreSQL 12, en la base de datos, en schemas/public/Tables las variables espaciales: geometry_columns y spatial_ref_sys que la definen como tal.

Metadatos

Los metadatos geográficos son esenciales en el proceso de gestión de la información, y la calidad de los metadatos influye en la eficacia del servicio. En su estudio, las autoras Benavides y Arias Duarte (2012) resaltan las actividades clave que se deben tener en cuenta en la documentación de metadatos. No obstante, es relevante mencionar que en el caso de la IDE-UNPSJB, no todas estas actividades son aplicables, ya que algunas de ellas ya han sido desarrolladas por IDERA.

Las actividades mencionadas incluyen la formulación de una política de gestión de metadatos geográficos, la adopción de un estándar de metadatos geográficos, la planificación del proceso, la asignación de cronograma y recursos, la presentación de un plan de acción, la definición de perfiles de metadatos, la elaboración y actualización de los metadatos geográficos, así como su validación y publicación.

Siguiendo las actividades propuestas por las autoras, el Comité Asesor de la IDE-UNPSJB debe establecer un conjunto de directrices y principios que orienten el

proceso de gestión. Con el propósito de estandarizar los criterios, la UNPSJB ha optado por la implementación del Perfil de Metadatos para vectores de IDERA. De esta manera, se garantiza la coordinación en todas las sedes.

Para planificar el proceso, es fundamental identificar los datos que necesitan documentación a través de una evaluación de las necesidades de la Universidad. En lo que respecta a la carga de metadatos, se ha optado por el software libre Geonetwork, el cual es recomendado por IDERA y ofrece una amplia variedad de recursos instructivos para la gestión de metadatos en la implementación de una IDE¹⁰.

Por último, se realiza la validación y publicación de los metadatos. Una vez que los productos se han documentado con metadatos geoespaciales, se someten a un proceso de evaluación y control de calidad. La validación debe ser llevada a cabo por un tercero para aumentar el control sobre ellos. La catalogación de metadatos permite garantizar que los usuarios tengan acceso a la mayor cantidad de información sobre la Información Geográfica de la Universidad..

Protocolos OGC para Geoservicios

1. WFS - Web Feature Service o Servicio de entidades vectoriales que proporciona la información relativa a la entidad almacenada en una capa vectorial (cobertura) que reúnen las características formuladas en la consulta.
2. WMS - Web Map Service o Servicio de mapas en la web que produce mapas en formato imagen a la demanda para ser visualizados por un navegador web o en un cliente simple.
3. WCS - Web Coverage Service o Servicio de coberturas en la web (datos raster). Según IDERA (2017), el servicio WCS define un estándar de interfaz y operaciones que permiten el acceso interoperable a "coberturas" geoespaciales. El término "grid de coberturas" (en inglés, grid coverages) se refiere a contenidos del tipo imágenes de satélite, fotos aéreas digitales, datos digitales de elevación y cualquier otro fenómeno que se pueda representar en puntos de medida.

¹⁰

[ANEXO I Instalacion de PostgreSQL PostGIS Tomcat GeoServer y GeoNetwork en Centos 7-6_c ompilacin_1810.pdf \(idera.gob.ar\)](#)

4. CSW - Web Catalogue Service o Servicio de catálogo. Según IDERA (2017), el servicio CSW define un estándar que permite acceder y consultar metadatos de los recursos cartográficos disponibles en servicios web. Mediante este servicio, también se puede realizar la búsqueda de metadatos y datos disponibles.

A continuación, se expondrán los dos protocolos de OGC utilizados para el desarrollo de este trabajo:

Protocolo Web Map Service

Los datos permanecen seguros, ya que se presentan como imágenes renderizadas. A menos que se realice una digitalización sobre las imágenes, no hay forma de copiar los datos originales de los mapas. La apariencia de cada capa de mapa se puede controlar mediante el estándar SLD, que permite definir el color y etiquetado de las características, o geometrías, de las diferentes capas. La combinación de estas reglas con la posibilidad de filtrar estilos dependientes del nivel de escala (filtros OGC) permite agregar más detalle en la visualización de los mapas a medida que se acerca el zoom a una zona. Además, es capaz de gestionar el amalgamamiento de etiquetas, agrupaciones y prioridades de dibujo.

Los mapas generados por WMS suelen presentarse en formato de imagen, como PNG, GIF o JPEG (raster), y, opcionalmente, como gráficos vectoriales en formato SVG (Scalable Vector Graphics) o WebCGM (Web Computer Graphics Metafile). La especificación "Web Map Service (WMS) Implementation Specification v1.3" del Open Geospatial Consortium, aprobada como ISO 19128 "Geographic Information – Web Map Server Interface", define las operaciones para obtener una descripción de los mapas ofrecidos por el servidor (GetCapabilities), obtener un mapa (GetMap) y consultar cierta información limitada sobre las entidades mostradas en el mapa (GetFeatureInfo) (IDERA, 2017).

Protocolo Web Feature Service

El protocolo WFS se puede utilizar para desplegar vectores en una aplicación Web de mapas, como también para traer los vectores a un SIG de escritorio como QGIS, Arcmap, GvSig, entre otros, para trabajar con las geometrías y las tablas de atributos o realizar geoprosesos y acciones de mayor complejidad.

Hasta ahora, el acceso a los objetos geográficos vectoriales (líneas, puntos, polígonos) a través de la Web ha sido respaldado por el estándar de la OGC *Web Feature Service (WFS)*. WFS utiliza un estilo arquitectónico *Remote-Procedure-Call-over-HTTP* mediante XML. Cuando el estándar WFS se diseñó originalmente (a fines de la década de los 90 y principios del 2000), ésta era la forma de trabajar.

El protocolo WFS 1.x ha incorporado mecanismos para explorar la estructura de un proyecto (capas, formato de salida, extensiones) u obtener información sobre los objetos espaciales. De hecho, es posible gracias al concepto de *REQUEST*. Las solicitudes WFS más básicas son *GetCapabilities*, *DescribeFeatureType* y *GetFeature*.

Según la documentación de Geoserver¹¹ se puede definir las peticiones como:

GetCapabilities (Obtener Capacidades):

- Proporciona información sobre las capacidades del servicio WFS.
- Permite conocer las operaciones que el servicio WFS puede realizar, como consultas y actualizaciones.
- Es útil para entender las características y capacidades del servicio antes de interactuar con él.

DescribeFeatureType (Describir Tipo de Entidad):

- Ofrece información detallada sobre la estructura de los datos geoespaciales disponibles en el servicio WFS.
- Describe los tipos de entidad (feature types) disponibles, incluidos sus atributos y geometrías.
- Facilita la comprensión de la composición y la naturaleza de los datos que se pueden solicitar mediante *GetFeature*.

GetFeature (Obtener Entidad):

- Recupera datos geoespaciales (entidades) del servicio WFS según criterios específicos.
- Permite realizar consultas espaciales y atributivas para recuperar información específica.
- Es la operación principal para obtener datos específicos del servicio WFS.

¹¹ <https://docs.geoserver.org/stable/en/user/services/wfs/reference.html>

Sistemas de referencia (EPSG)

Definir los sistemas de referencia es de suma importancia al trabajar con información en el ámbito universitario. Por ello, resulta fundamental establecer un único sistema de referencia para la publicación de información geoespacial. Se busca comprender la sistematización de los sistemas de referencia.

EPSG es la abreviatura de European Petroleum Survey Group, una organización vinculada a la industria petrolera en Europa. Este organismo estaba conformado por especialistas en geodesia, topografía y cartografía aplicadas a la exploración, y creó un repositorio de parámetros geodésicos que incluye información sobre sistemas de referencia antiguos y modernos (geocéntricos), proyecciones cartográficas y elipsoides de todo el mundo.

Actualmente, las funciones del EPSG son llevadas a cabo por el Subcomité de Geodesia del Comité de Geomática de la International Association of Oil and Gas Producers (OGP), aunque el conjunto de datos continúa siendo conocido como EPSG.

Los códigos EPSG son ampliamente utilizados en la definición de datos de posición en los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Por esta razón, es muy útil conocerlos para actividades que requieran gestionar o manipular datos espaciales en entornos digitales.

Estos parámetros geodésicos están recopilados en una base de datos en formato Microsoft Access, disponible para descargar en <https://epsg.org/home.html>, accediendo a la sección "Geodetic Dataset" en el menú situado a la izquierda de la página principal. La estructura de la base de datos es compatible con la norma ISO 19111, que trata sobre los sistemas de referencia espaciales por coordenadas, y se actualiza de manera continua.

Para asegurar la coherencia espacial de toda la información geoespacial en la web dentro de la institución, es crucial seleccionar un sistema de coordenadas único. Por lo tanto, se recomienda la publicación de datos en el sistema de coordenadas geográficas con el código EPSG 4326.

Catálogos de Objetos Geográficos

La catalogación de Objetos Geográficos es fundamental para lograr la gestión integral de la información geoespacial en la IDE-UNPSJB. La dificultad que

enfrentamos al aplicar el COG de IDERA radica en que está diseñado para una escala superior a la que opera la universidad y se centra en datos básicos y fundamentales. La universidad no tiene la competencia para administrar este tipo de datos, sino que genera nuevos datos a partir de ellos, convirtiéndolos en datos de valor agregado.

Para abordar esta situación, proponemos la reutilización de Catálogos de Objetos Geográficos existentes para sistematizar los datos y lograr la interoperabilidad con otras IDE. La documentación de un COG para la IDE-UNPSJB es una tarea sumamente compleja que deberá abordarse en una etapa posterior. Para superar la falta de este catálogo, se sugiere la creación de una tabla de resumen que describa el objeto geográfico en cuestión (Ver Anexo I), lo cual facilitará la sistematización de los OG en el futuro.

La tabla de resumen de datos incluye el nombre, el tipo de geometría del OG, la clase y subclase para catalogarlos, el objeto, el sistema de referencia, y una descripción de los atributos, que abarca el nombre, el tipo de campo y la descripción del campo. También se propone cómo representar el objeto geográfico. Llevar a cabo este proceso de revisión facilitará la adopción de medidas más efectivas en relación con la gestión de la información geoespacial. Esta tabla debe ser enviada junto al objeto geográfico al momento de cargarlo en la base de datos espacial.

Geoportal

Para abordar el tema del geoportal sobre el cual se difunde la información geoespacial es necesario definir el término “geoservicio” como la manera eficaz de compartir información geoespacial (Poveda, 2012).

Existen varios geoservicios, pero los de tipo estándar e interoperables resultan ser la mejor forma de compartir datos o información, mientras los visores de mapas o mapas web se configuran como clientes de éstos.

Los tres geoservicios mínimos que puede tener un geoportal son:

- Nomenclátor.
- Servicio de metadatos.
- Un servicio de mapas.

Para la construcción de un geoportal un servicio de mapas no tiene respuesta única ya que las posibilidades que permiten los estándares OGC son variados; sin embargo, el servicio WMS normalmente es el elegido.

Sus características le dan prevalencia sobre el resto. El trabajo con datos de tipo vectorial y raster, su salida en formato de imagen georreferenciada de tamaño comprimido respecto al original, los varios formatos (PNG, JPEG, GIF, etc.) y el bajo consumo de recursos a nivel de conexión materializan esta prevalencia.

Para prestar servicios de tipo WMS se necesita un “servidor de mapas” como los software libres y gratuitos mapserver, geoserver entre otros. Éstos son básicamente frameworks, entornos de desarrollo donde un usuario dispone de herramientas preconfiguradas que le facilitan la generación de geoportales con cierto grado de personalización.

Un geoportal es “un sitio Internet que incluye al menos una aplicación cliente de geoservicios”, proporciona los medios para realizar búsqueda, visualización y descarga. Se plantea como la necesidad mínima de un usuario “cliente” consistente en localizar la información geoespacial y visualizarla.

La herramienta para localizar los datos es el catálogo de metadatos y la forma de visualizarla es el visualizador cartográfico que deberá ofrecer un acceso sencillo a la información geoespacial.

Con las herramientas señaladas, para cualquier organización o persona es factible generar rápidamente un geoportal con funciones medias y avanzadas, sin costes de licenciamiento, con desempeños excelentes y en casos de uso de framework como los mencionados, sin tener que hacer líneas de código ni saber lenguajes de programación.

Desde el punto de vista técnico la plataforma sobre la que opera un geoportal es un servidor web. Este es un hardware que tiene una dirección en Internet llamada IP fija y pública y un software especializado que atiende clientes a través de Internet utilizando el protocolo HTTP.

Para localizar un servidor web específico en Internet es necesario asociar también un nombre de dominio a su dirección IP. El nombre de dominio de un servidor debe estar registrado en un registro oficial que se encarga de vincular el nombre del

dominio con la dirección IP del servidor para que puedan así localizarlo los clientes, utilizando un servidor de nombres de dominio o DNS.

De manera básica un servidor web proporciona páginas web estáticas escritas en un lenguaje de marcas denominado HTML. A estas páginas se accede a través de Internet utilizando el protocolo estándar de comunicación denominado Hyper Text Transfer Protocolo HTTP. Existen extensiones y programas que permiten generar páginas web de manera dinámica. La arquitectura sobre la que funcionan estas aplicaciones dinámicas en Internet están basadas en Service Oriented Architecture (SOA).

CAPÍTULO IV: IDE UNPSJB

En los informes de los proyectos de investigación (PI 1392 y PI 1635), se describe una metodología que involucra a estudiantes de diversas carreras, como Tecnicatura en SIGyT, Licenciatura en Geografía, Licenciatura en Informática y Sistemas, desempeñando un papel fundamental en la gestión de la información geoespacial. Esta gestión se lleva a cabo a través de grupos de trabajo organizados por temas específicos. Algunas de las temáticas abordadas en ese momento incluyen proyectos de la Secretaría de Extensión y Ciencia y Técnica de la UNPSJB, transporte, educación en la Región del Golfo San Jorge en colaboración con el Centro de Intercambio y Reservorio de Información Social y Educativa de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral, salud, cultura, acuicultura en colaboración con el Instituto de Desarrollo Costero, y el relevamiento de daños domiciliarios causados por el temporal de lluvias en la Ciudad de Comodoro Rivadavia en 2017. Se utilizó un sistema de información geográfica para integrar y estandarizar la información geoespacial, con el objetivo de prepararla para su posterior publicación en la plataforma Geonode v.2.4 (Figura 8), alojada en el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección (<http://www.labsig.unp.edu.ar/>).



Figura 7: Interfaz de plataforma GEONODE v2.4

Se llevaron a cabo sesiones de capacitación tanto para los grupos de trabajo internos como para los posibles usuarios de la comunidad académica. Se otorgaron

permisos a los usuarios para cargar datos según las necesidades de los proyectos en curso. Sin embargo, no se implementó un criterio específico para la gestión de usuarios, lo que ha llevado a cierta complejidad en la actualización de la información debido a la movilidad de las personas involucradas.

Con el objetivo de garantizar la sostenibilidad a largo plazo del proyecto de la Infraestructura de Datos Espaciales de la UNPSJB, se recomienda la incorporación de la IDE en la estructura universitaria, respaldada por marcos normativos y recursos humanos permanentes para la gestión de la Información Geoespacial.

En el marco del Proyecto de Investigación N° 1635, titulado "II Etapa de Consolidación de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Universidad Nacional de la Patagonia," y en colaboración con el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección, se llevó a cabo una gestión inicial para mejorar la Infraestructura de Datos Espaciales de la UNPSJB. Esta iniciativa comenzó con la implementación de un servidor virtual (SO Debian) en colaboración con el área de Redes y Telecomunicaciones de la UNPSJB, con el propósito de actualizar las tecnologías utilizadas en la IDE-UNPSJB.

En la entrevista realizada al responsable del Área de Redes y Telecomunicaciones de la UNPSJB, Raúl Beccette, se explicó que la universidad llevó a cabo una virtualización de todos sus servidores. Este proceso consistió en unificar todos los servidores en uno solo, compartiendo sus recursos. Posteriormente, se crearon clústeres y una partición específica para el proyecto de la IDE-UNPSJB. Se destaca que la potencialidad de este proceso es escalable, es decir, si se necesita aumentar la capacidad del servidor, solo se debe invertir en RAM o CPU, elementos relativamente más económicos que adquirir un servidor nuevo.

La adopción de estas nuevas tecnologías se basó en el conocimiento adquirido durante dos cursos específicos: el "Curso en línea sobre la Implementación de una Infraestructura de Datos Espaciales con Software Libre" y el curso "Infraestructura de Datos Espaciales con enfoque en el Marco Integrado de Información Geoespacial (IGIF) en Software Libre," ambos ofrecidos por el Centro Panamericano de Investigaciones Geográficas (CEPEIGE).

Estas capacitaciones se alinean con los elementos planteados en la Vía Estratégica 5 de Innovación, contribuyendo significativamente al desarrollo y mejora de la infraestructura de datos geoespaciales en la universidad.

La instalación de los programas resultó desafiante debido a la limitada experiencia del equipo en el sistema operativo Linux Debian. En un principio, fue necesario instalar una interfaz gráfica para facilitar la administración de los archivos de configuración. Posteriormente, se procedió a la instalación del servidor web software de código abierto Apache Tomcat versión 9 y se llevaron a cabo las configuraciones necesarias para poder desplegar las aplicaciones web.

El siguiente paso consistió en la instalación de la base de datos PostgreSQL, complementada con la extensión espacial PostGIS. Una vez que se logró poner en funcionamiento el servidor web Apache Tomcat junto con la base de datos espacial PostgreSQL+PostGIS, se procedió a desplegar una serie de softwares libres adicionales para mejorar la funcionalidad de la infraestructura. Esto incluyó el uso de Geoserver para la gestión de geoservicios, Geonetwork para el manejo de metadatos y MapStore para la visualización de información geoespacial.

Después de llevar a cabo la implementación de las nuevas tecnologías, se iniciaron los preparativos para lanzar un geoportal, para lo cual se adquirió otra máquina virtual. En esta máquina, se instaló WordPress debido a su capacidad para gestionar páginas web. Actualmente, el proceso de construcción se encuentra en curso y se espera que esté completamente operativo a principios de 2024.

Las máquinas virtuales poseen la siguientes características:

Memoria	10.00 GiB
Procesadores	2 (2 sockets, 1 cores) [kvm64,flags=+aes]
BIOS	Por defecto (SeaBIOS)
Pantalla	Por defecto
Machine	Por defecto (i440fx)
Controlador SCSI	VirtIO SCSI single
Disco Duro (scsi0)	DirInfo-VM:219/vm-219-disk-0.qcow2,discard=on,iothread=1,size=60G

Memoria	4.00 GiB
Procesadores	2 (1 sockets, 2 cores) [kvm64,flags=+pdpe1gb,+aes]
BIOS	Por defecto (SeaBIOS)
Pantalla	Por defecto
Machine	Por defecto (i440fx)
Controlador SCSI	VirtIO SCSI
Disco Duro (scsi0)	local-lvm:vm-227-disk-0,discard=on,format=raw,size=64G,ssd=1

Figura 8: Características de las Máquinas Virtuales utilizadas para la implantación IDE. Servidor I y Servidor II

Modelo de Base de Datos Integral de la IDE-UNPSJB

Para la gestión de la información geoespacial, se propone la implementación de un diseño de base de datos (ver figura 10) en el marco de la UNPSJB. La idea principal es que cada Secretaría de Ciencia y Técnica, Bienestar, Extensión y Académica, así como las Unidades Académicas e Institutos de Investigación, cuenten con su propia base de datos geoespacial, destinada principalmente al uso interno del área correspondiente. Esta disposición permitirá que cada entidad trabaje con los tipos de datos que mejor se adapten a sus necesidades y ejerza un control efectivo sobre su información geográfica.

Para que las organizaciones puedan comunicarse e intercambiar datos espaciales, primero deben anunciar su existencia y su voluntad para hacerlo, y además deben utilizar la semántica adecuada para evitar los problemas técnicos que puedan presentarse (Olvera Ramírez, 2014). Por lo tanto, resulta fundamental la creación de un equipo de expertos en gestión de información geoespacial formados para ofrecer asesoramiento y las herramientas necesarias para que los usuarios accedan a la versión más actualizada de los datos en cuestión.

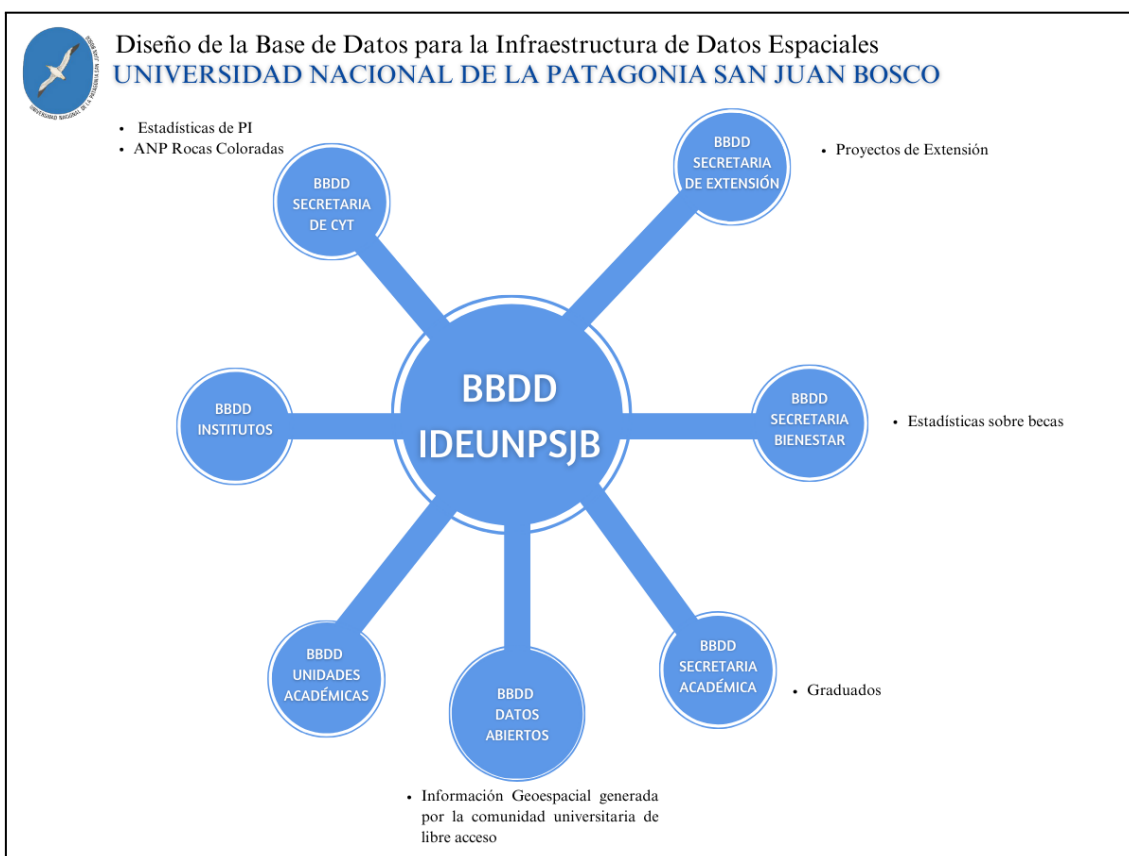


Figura 9 Diseño de la base de datos para la Infraestructura de datos espaciales. Elaboración propia

La actualización de la información geoespacial se debe realizar de manera permanente. Esta actualización estará supeditada a la disponibilidad de los respectivos recursos financieros y personal capacitado para tal fin. Con el propósito de la administración general de la información geoespacial, se propone la creación de un área técnica formalmente incorporada a la estructura organizativa de la Universidad, la cual estará dedicada a brindar asesoramiento tanto a los productores como a los usuarios finales de los datos geoespaciales. Este rol, aunque podría ser cubierto por el Laboratorio en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección, se sugiere que sea parte integral y reconocida de la estructura universitaria.

Por otra parte, se propone la creación de una base de datos de acceso público donde sea posible publicar información considerada de uso libre y esté disponible para la comunidad en general.

Modelo de implementación y despliegue

Para verificar si el sistema tiene un buen funcionamiento, se realizó el procedimiento de visualización de la información a partir de las consultas realizadas desde el manejador de base de datos y su extensión espacial PostgreSQL/PostGIS, de la siguiente manera:

- Se verificó la existencia de una base de datos con características espaciales a partir de implementar el manejador de bases de datos;
- Se corroboró que la base de datos generada tenga por omisión 2 tablas `geometry_columns` y `spatial_ref_sys`, de los aspectos geométricos y de sistema de referencia espacial, respectivamente;
- Por último, se comprobó por medio de consultas SQL que la información almacenada y la base de datos cumplen con todos los requisitos y funciones para su utilización en el visualizador.

Carga, actualización y mantenimiento de la información

El proceso de carga de información geoespacial a la base de datos puede realizarse de diversas maneras, pero se destacará específicamente la incorporación mediante el sistema de información geográfica QGIS Firenze v. 3.28.

Desde la pestaña "Administrador de Fuentes de Datos", seleccionamos la opción "Añadir Capa Postgres". Aquí se encontrarán todas las conexiones a la base de datos PostgreSQL realizadas anteriormente. En caso de que no exista ninguna, procederemos a crear una nueva conexión a la base de datos de la universidad. En la ventana emergente, se solicitarán los datos de la conexión (ver Figura 11).

En "Nombre", se coloca un nombre determinado por el usuario para identificar la conexión.

"Servicio" no requiere completarse.

En "Anfitrión", se coloca la dirección IP del servidor.

"Puerto" es la puerta donde se realizará la conexión.

"Base de Datos" es el nombre de la base de datos proporcionado por el administrador.

En la pestaña "Básica", indicamos las credenciales de conexión: el usuario y la contraseña.

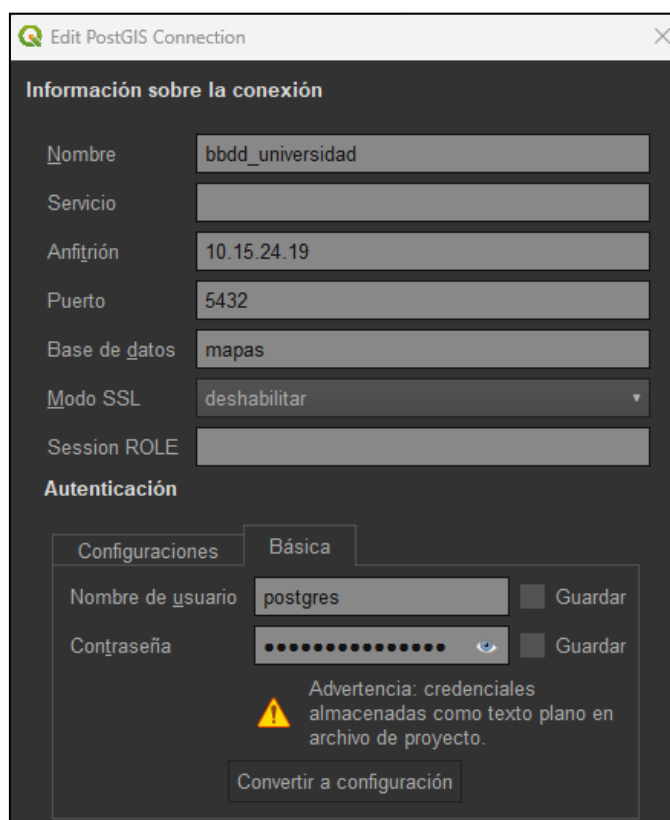


Figura 10: Ventana de los parámetros de conexión de la base de datos en el entorno de QGIS.

Elaboración propia.

Para verificar la conexión, es necesario hacer clic en "Probar conexión". Si el programa devuelve el mensaje de que la conexión tuvo éxito, se puede proceder al siguiente paso. La conexión a la base de datos ya está disponible para ser utilizada. Este paso es necesario cada vez que realice la conexión por primera vez; posteriormente, solo deberá ingresar las credenciales de acceso. El siguiente paso es conectarse a la base de datos de la Universidad. Cuando se establezca la conexión, se listarán todos los esquemas de la base de datos. Por defecto, trae el esquema "public". Dentro de los esquemas se almacenan las tablas que contienen la Información Geográfica. En la ventana de la conexión (ver figura 12), podemos observar:

- Esquema
- Tabla
- Comentarios
- Columna donde se almacena la geometría
- Tipo de dato
- Tipo de geometría

- SRID
- ID

Seleccionamos el objeto geográfico que queremos incorporar al proyecto de QGIS y hacemos clic en "Añadir".

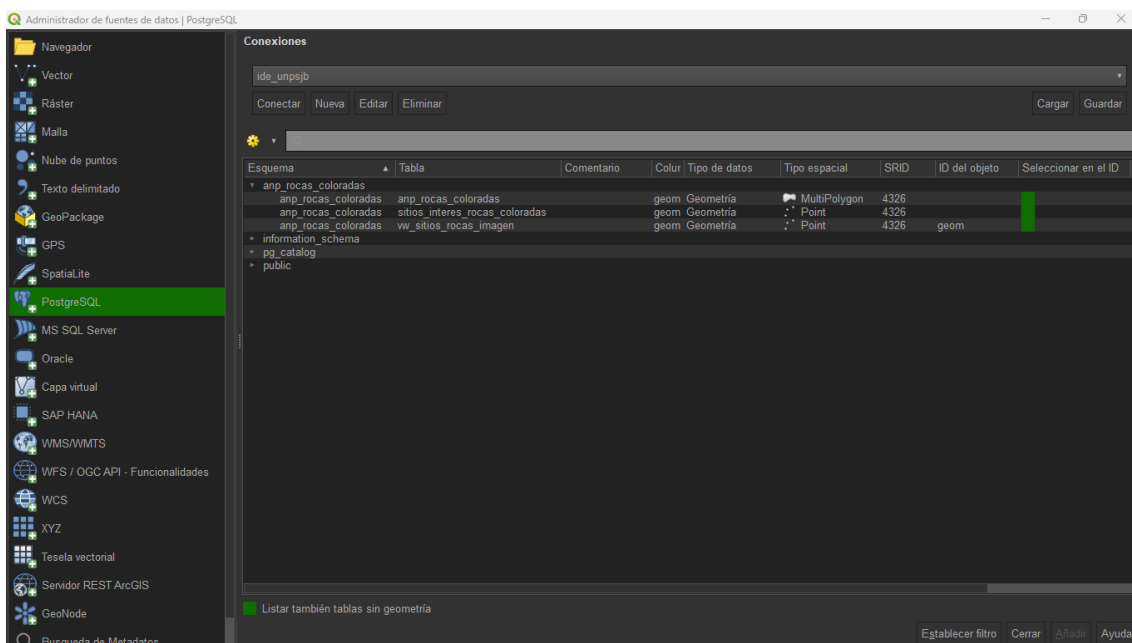


Figura 11: Ventana de conexión a la base de datos de QGIS. Elaboración propia.

Después de completar la etapa de conexión a la base de datos, si se desea importar información geoespacial a la base de datos, se debe seleccionar la opción "Administrador de base de datos" desde la pestaña de bases de datos.

En la ventana del Administrador de Bases de Datos (ver figura 13), se encuentra el listado de todos los proveedores de bases de datos que son compatibles con QGIS. Se debe elegir PostGIS como proveedor y, dentro de él, seleccionar la conexión establecida en el paso anterior.

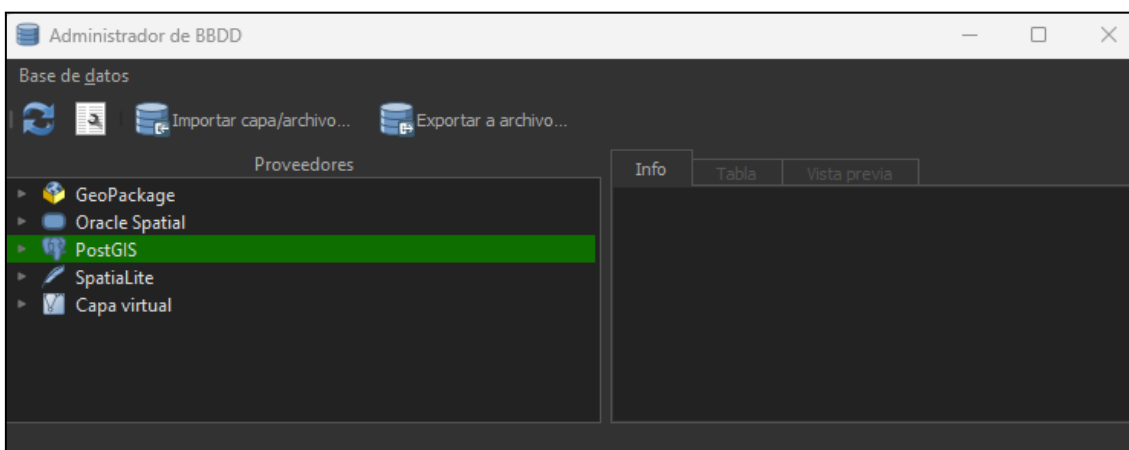


Figura 12: Ventana del administrador de BBDD del entorno de QGIS. Elaboración propia.

Selecciona la base de datos y haz clic en "Importar capa/archivo". En la ventana emergente de "Importar capa vectorial" (Figura 14), debemos indicar la capa de entrada del archivo vectorial. En la sección "Tabla de salida", se especifica en qué esquema se debe almacenar y el nombre de la tabla. El nombre debe escribirse en minúsculas y sin espacios ni caracteres especiales.

En las opciones, se indica el campo de la clave primaria, el nombre de la columna que va a poseer la geometría, el SRID de origen y el SRID de destino. Aquí se debe modificar si se desea proyectar a otro sistema de referencia. La codificación de la base de datos se recomienda que sea UTF-8 para admitir caracteres especiales en el contenido de la tabla. Se puede sustituir la tabla de destino si ya existe, no estimular la a multiparte (esta opción reduce los errores topológicos), pasar los nombres de los campos a minúsculas (opción recomendable para facilitar la escritura de las consultas SQL), crear índice espacial (se recomienda activarlo para que la búsqueda sea más efectiva) y agregar algún comentario si es necesario. Después de revisar estas opciones, haz clic para iniciar el proceso de importación de una capa vectorial. QGIS enviará un mensaje indicando que la capa se cargó correctamente.

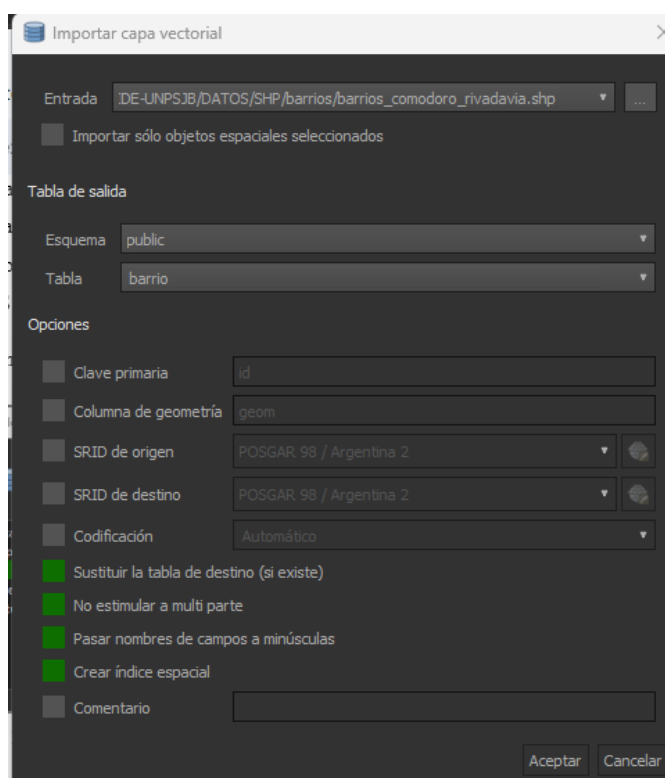


Figura 13: Ventana de importación de capa vectorial de QGIS. Elaboración propia.

De esta manera, se integra la Información Geoespacial (IG) a la base de datos. Si es necesario llevar a cabo tareas de actualización, se debe establecer la conexión a la base de datos y agregar las capas que se desean modificar al lienzo del proyecto de QGIS. Una vez añadidas, se pueden manipular como archivos vectoriales geográficos convencionales.

Geoservicios de la IDE-UNPSJB

Hasta ahora, una página web se considera como la forma más eficaz de difundir información geoespacial de manera más actualizada. En el desarrollo de la interfaz web de este proyecto, se emplearon los servicios de Web Map Service (WMS) y Web Feature Service (WFS) basados en software de código abierto, siguiendo el estándar publicado por la organización OGC en 2008.

La implementación de los servicios WMS y WFS se inició con GeoServer como herramienta base. A través de los siguientes pasos, se logró la conexión de la base de datos con el visor geográfico en línea, permitiendo la visualización geográfica a través de la red:

En el entorno de QGIS, es necesario trabajar con información geográfica, definiendo las características de cada capa de datos, como la proyección, la escala de visualización y la simbología. Estas configuraciones deben guardarse en formato SLD para su posterior incorporación al geoservicio.

Se establece la conexión utilizando el software QGIS, donde se especifica el nombre de la base de datos, el usuario, el puerto, la contraseña y la dirección IP para la red interna (Host).

El programa Geoserver (figura 15) desempeña un papel fundamental al proporcionar geoservicios a través de los protocolos OGC. Este software facilita la interconexión entre la base de datos y las aplicaciones de visualización de información geoespacial, ya sea en línea o en entornos de escritorio, mediante el uso de geoservicios WMS, WFS o WCS.



Figura 14: Interfaz de inicio de Geoserver <http://www.ide.unp.edu.ar:8080/geoserver/web>
Fuente : Elaboración propia.

Para facilitar el acceso a las bases de datos desde diversos clientes (pesados/livianos), resulta crucial la generación de los geoservicios. En este procedimiento, es esencial tener en cuenta los espacios de trabajo, los almacenes de datos y las capas. Los espacios de trabajo agrupan los almacenes que suministran datos a GeoServer. Los almacenes de datos alberga el origen de datos vectoriales, es decir, las capas que posteriormente se transformarán en servicios. Los formatos admitidos por GeoServer se pueden visualizar en la figura 15.

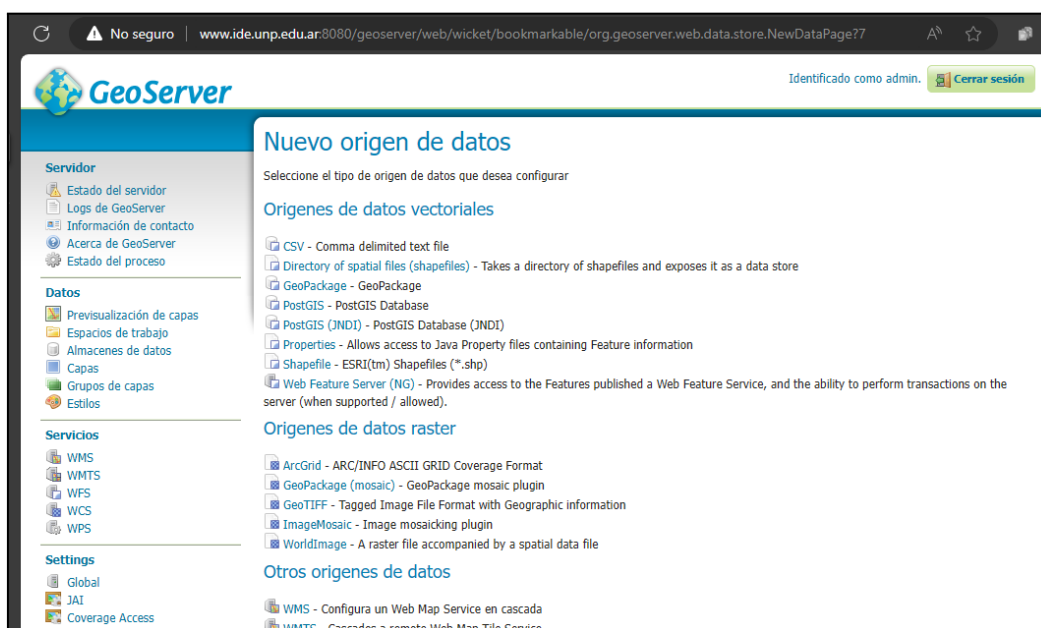


Figura 15: Vista de los formatos admitidos como almacén de datos en GeoServer.

Elaboración propia.

En la carga de una nueva capa en GeoServer, es necesario primero definir el origen de los datos que se van a utilizar, en este caso, específicamente, la base de datos de PostGIS (ver figura 16). Se sugiere emplear una base de datos con extensión espacial para garantizar la publicación de la versión más reciente de los datos. En caso de que la información no esté actualizada, se realiza la actualización en la fuente de origen, reflejándose automáticamente en el geoservicio sin requerir tareas adicionales, a diferencia de otras fuentes de datos.

La selección de las capas disponibles para la publicación del geoservicio se realiza a través del botón de acción "publicación" (figura 17).



Figura 16: Vista de la conexión a la base de datos Postgis en GeoServer.

Elaboración propia.

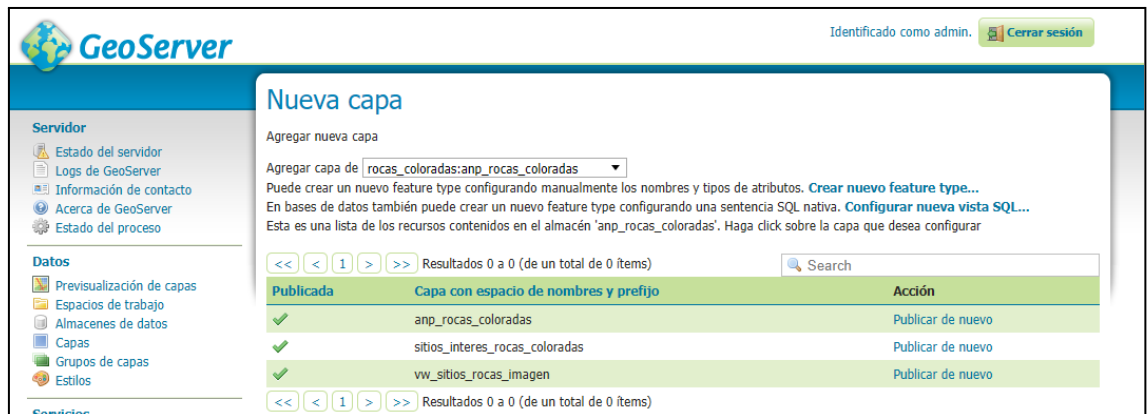


Figura 17: Vista de las capas disponibles en el almacén de datos para la publicación en

GeoServer. Elaboración propia.

El siguiente paso implica editar los datos de la capa y la información de publicación. En la pestaña "Datos" (figura 18), se establecen los datos básicos del recurso. El nombre no puede ser modificado, pero el título del recurso, que será publicado por WMS y WFS y visible en la leyenda del geovisor, puede ser editado si

está habilitado y anunciado. Después, se debe definir el sistema de referencia de coordenadas, las coordenadas nativas y el declarado. Se pueden gestionar las opciones del SRC, forzar al declarado, mantener el nativo y re proyectar del nativo al declarado. Se deben establecer los encuadres de las coordenadas nativas y el encuadre de latitud y longitud. En la pestaña "Publicación", se debe definir el estilo por defecto que se utilizará en el geoservicio WMS. Después de establecer estos parámetros, se deben guardar los cambios.

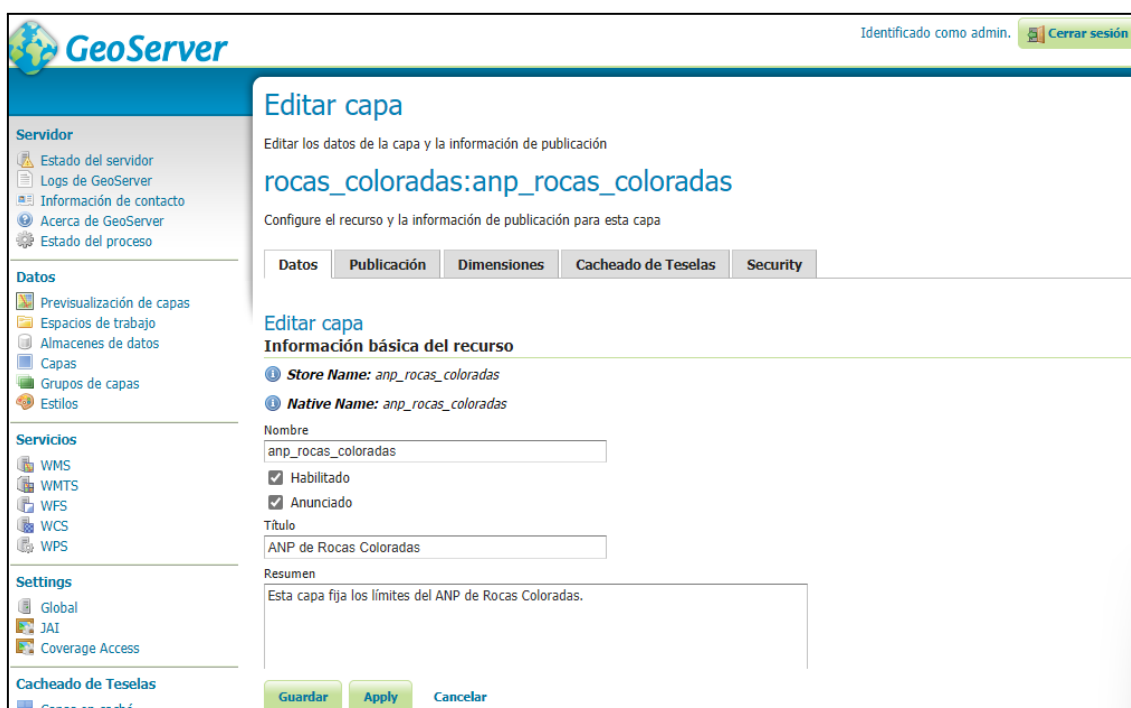


Figura 18: Vista de la edición de capas y la información de publicación en Geoserver.

Elaboración propia.

Definición de estilos en Geoserver

En el proceso de publicación de los servicios WMS, es necesario determinar los estilos de las capas a publicar, los cuales se deben gestionar desde la pestaña "Estilos". Geoserver cuenta con un gestor de estilos predefinidos, pero también existe la posibilidad de agregar nuevos estilos desde la pestaña "Nuevo estilo".

La ventana emergente (ver Figura 19) permite editar un estilo SLD predefinido o generar uno nuevo si se posee la capacidad de escribir el código XML del archivo SLD. Otra alternativa es generar el archivo a partir de los SIG. El software QGIS facilita la exportación de la simbología de los archivos vectoriales como un SLD. Posteriormente,

se procede a cargar el archivo en GeoServer. Para verificar, se debe validar el código para asegurar que GeoServer lo interprete correctamente. Otra forma de verificación es la previsualización de la leyenda. Si el resultado es correcto, se guarda el estilo.

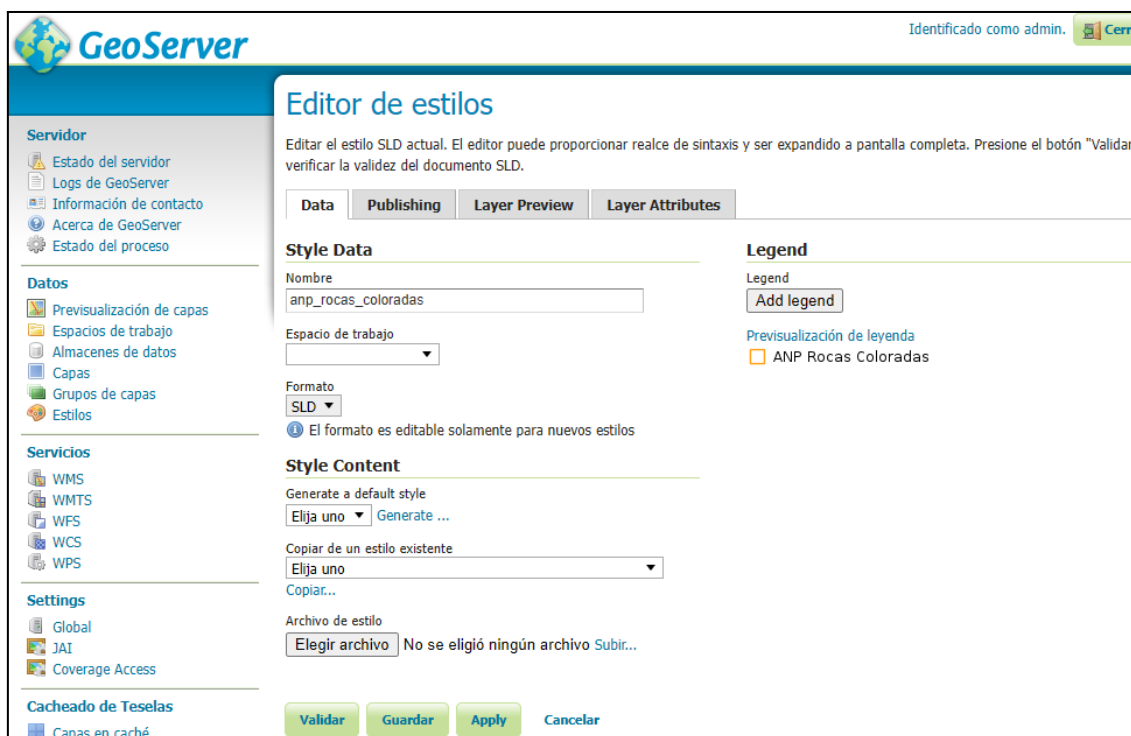


Figura 19: Vista de la edición de estilos en Geoserver. Elaboración propia.

Gestión de Geoservicios

En la barra lateral izquierda, hay una sección de servicios disponibles (WMS, WMTS, WFS, WCS y WPS) que deben ser gestionados para que puedan ser consumidos por los diferentes clientes. La configuración básica del servicio WMS (ver Figura 20) -para ejemplificar la tarea, es similar en otros tipos de servicios geográficos- implica, en primer lugar, habilitar el servicio y completar sus metadatos. Hay otros parámetros de configuración más avanzados que no se desarrollarán en este trabajo. Este paso habilita el geoservicio WMS general del Geoserver.

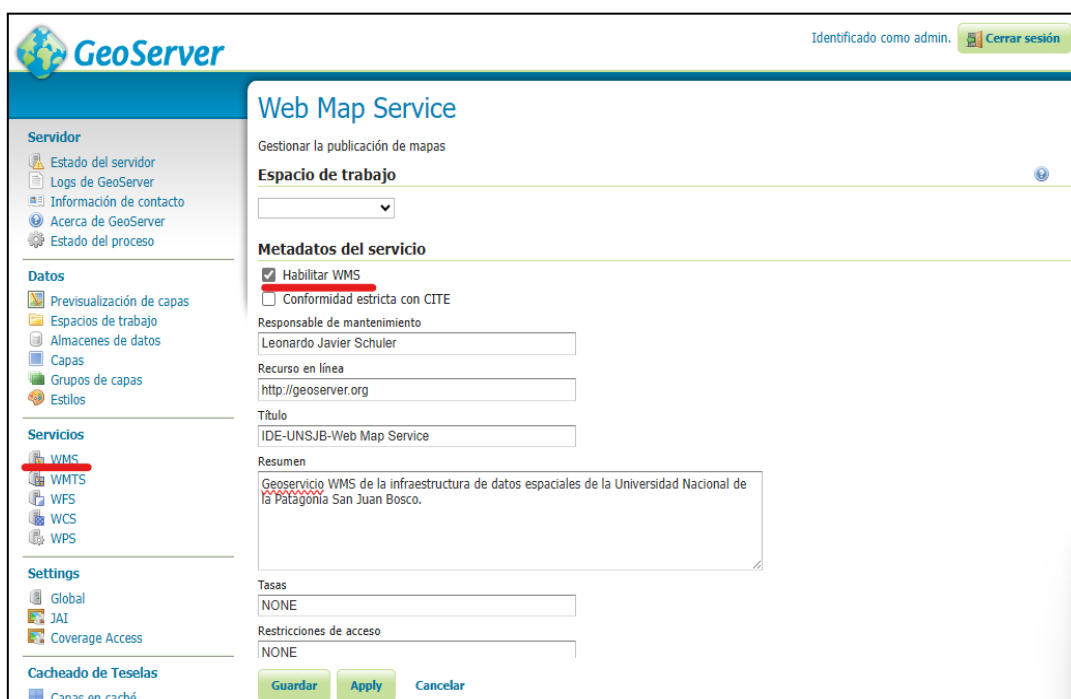


Figura 20: Vista de la gestión de la publicación del Geoservicio WMS. Elaboración propia.

El siguiente paso es habilitar qué datos vamos a consumir en el geoservicio disponible. En la ventana de configuración del espacio de trabajo, se deben determinar los geoservicios disponibles para acceder a los datos cargados en GeoServer (ver Figura 21).

Esta configuración básica puede ser realizada por un usuario que posea todos los permisos de administrador. Además, existen otros roles, como el de lectura de datos y el de escritura.

Figura 21: Vista de la edición del espacio de trabajo. Activar geoservicios. Elaboración propia.

Geovisor de la IDE-UNPSJB

Publicar información geoespacial de manera eficiente y amigable para el usuario a menudo resulta complejo. Por esta razón, se ha optado por utilizar el software MapStore para la visualización de mapas (ver figura 22). Esta aplicación también posibilita la creación de paneles de control y geostories, recursos que pueden resultar de gran utilidad en el ámbito académico, así como para la comunicación y difusión efectiva de la información.

MapStore permite gestionar a los usuarios de la plataforma mediante roles y grupos de trabajo. Existen dos tipos de roles para los usuarios: administrador y usuario. El rol de administrador otorga la capacidad de gestionar usuarios y acceder a todas las herramientas disponibles, mientras que el rol de usuario se limita a la utilización de herramientas como la creación de mapas, tableros de control y geostories. Además, los usuarios pueden ser agrupados en equipos de trabajo, los cuales facilitan la asignación de permisos específicos de visualización o edición de recursos.

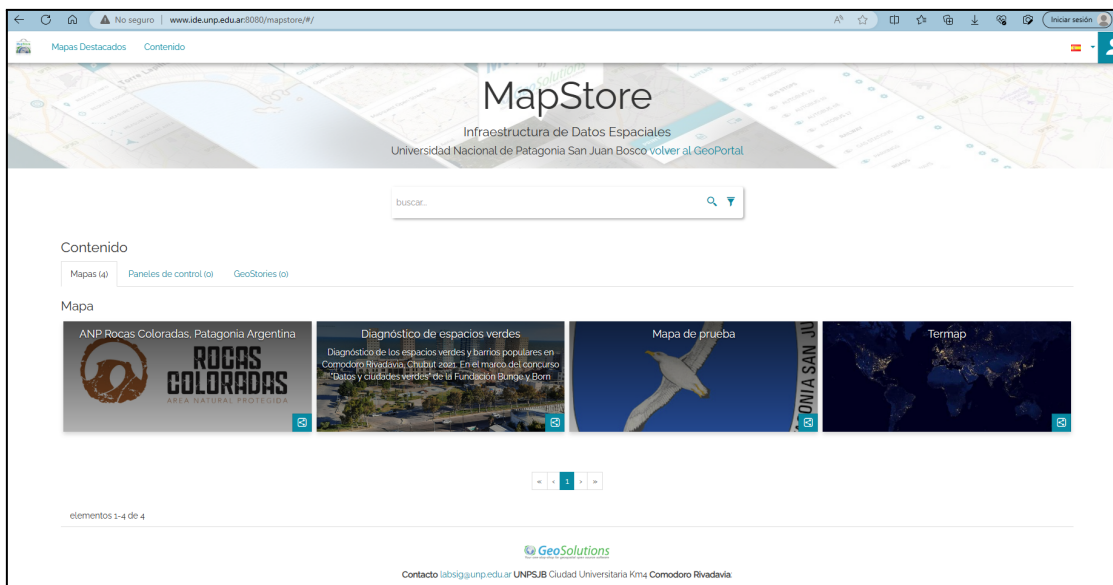


Figura 22: Interfaz de la página de inicio MapStore. Mapas temáticos disponibles. Elaboración Propia

La creación del mapa comienza con un mapa vacío que incluye únicamente un mapa base. En las opciones del visor, se encuentra el catálogo de servicios, donde se establecen las conexiones a los geoservicios. Los geoservicios predeterminados son aquellos publicados por la IDE-UNPSJB, pero también es posible incorporar servicios de otras instituciones.

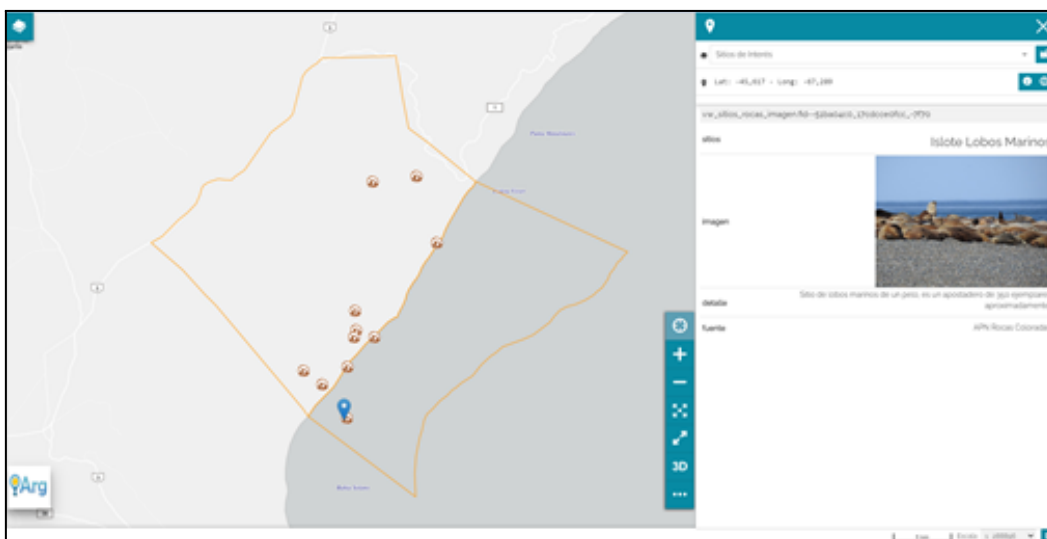


Figura 23: Mapas temáticos de los sitios de interés de ANP Rocas Coloradas. Elaboración Propia
<http://www.ide.unp.edu.ar:8080/mapstore/#/viewer/openlayers/30>

El mapa web creado en el contexto de la conformación del ANP Rocas Coloradas enmarcado en el Programa de Investigación Áreas Natural Protegidas Rocas

Coloradas Res CS N° 86/19 para la divulgación de los Sitios de Interés (ver Figura 23) posibilita la consulta de los lugares relevados por el grupo de investigación interdisciplinario, proporcionando el nombre del lugar y una breve descripción del paisaje acompañada de una fotografía representativa.

El geovisor MapStore simplifica la creación de mapas web de manera amigable con el usuario, posibilitando su consumo por parte de diversos públicos y permitiendo la edición de la información geoespacial desde la plataforma.

Metadatos para la IDE-UNPSJB

Finalmente, implementamos Geonetwork v.3.12, un software que facilita la creación, gestión y compartición de metadatos relacionados con conjuntos de datos geoespaciales. (Ver figura 24)

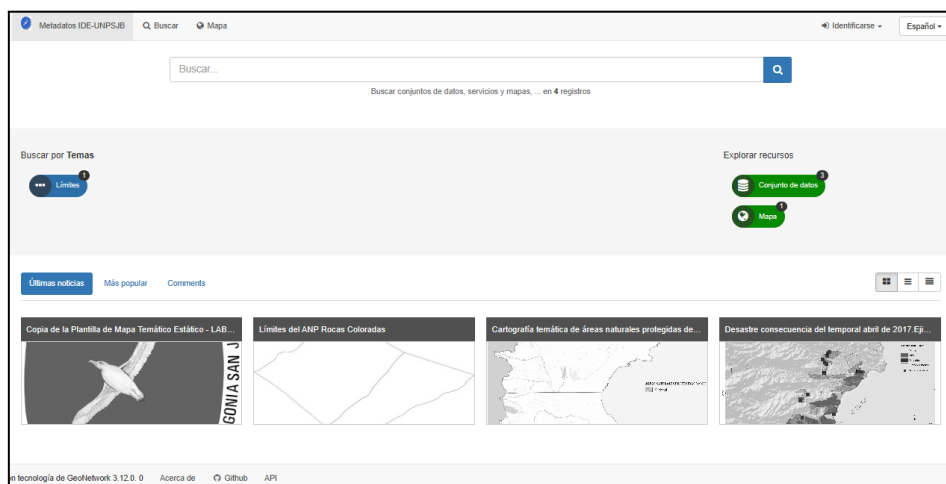


Figura 24: Interfaz de catálogo de metadatos de Geonetwork. Elaboración propia.

Para alinearnos con los estándares nacionales, configuramos la plantilla de Vector de IDERA ISO 19139 (figura 25). Este paso nos ha permitido avanzar en la implementación de normativas que promueven la interoperabilidad de datos.

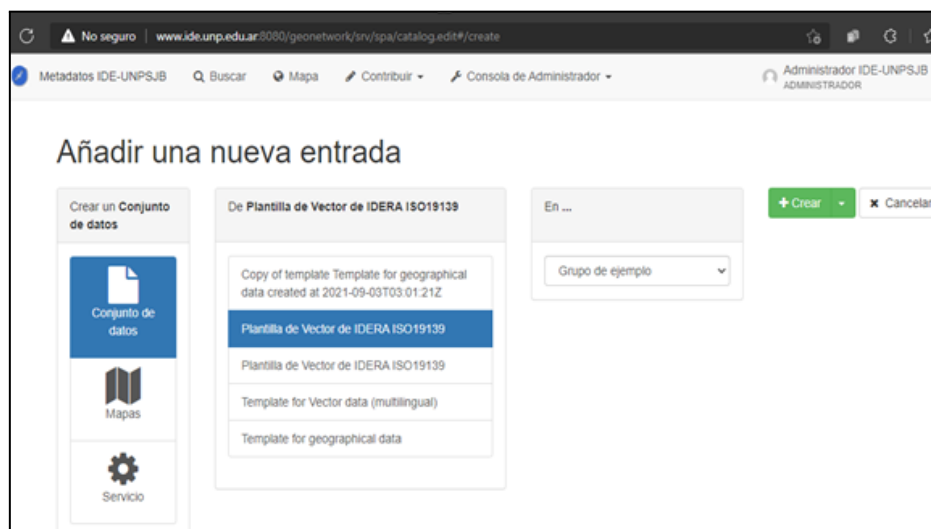


Figura 25: Interfaz de Geonetwork. Carga de plantilla de Vector de IDERA.

Las áreas que acuerden compartir su información en la IDE tienen la opción de utilizar el cuestionario de inventario de datos propuesto en el apéndice 4.2 de la Vía Estratégica de Datos (Ver Anexo II). Este cuestionario proporcionará información detallada sobre los conjuntos de datos que se pretenden publicar en la IDE y ayudará a garantizar que los metadatos se completen de manera precisa en caso de que falten algunos detalles.

Difusión de la IG de la UNPSJB

La difusión de la información geoespacial de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco debe ser centralizada a través del geoportal.

En el caso de la Universidad Nacional de la Patagonia, se gestionó la obtención de dos dominios a través del área de Informática y Telecomunicaciones. Para el servidor I donde desplegamos las aplicaciones, vinculamos el dominio <http://www.ide.unp.edu.ar>, que posteriormente redirige a la aplicación. En cuanto al geoportal, hemos empleado el dominio <http://geoportal.unp.edu.ar/> en el servidor II, el cual enlaza a todas las aplicaciones y se integra con la mapoteca virtual desarrollada en el marco de la tesis de Maestría por la Mg. Freddo denominada Geotecnologías y aprendizajes. La Mapoteca Virtual como Recurso Educativo.

Geoportal de la IDE-UNPSJB

En resumen y con el objetivo de proporcionar una comprensión más completa, se ha desarrollado el esquema básico del geoportal de la IDE-UNPSJB (ver figura 26). Este esquema permite una visualización integral de las aplicaciones implementadas en el presente trabajo.

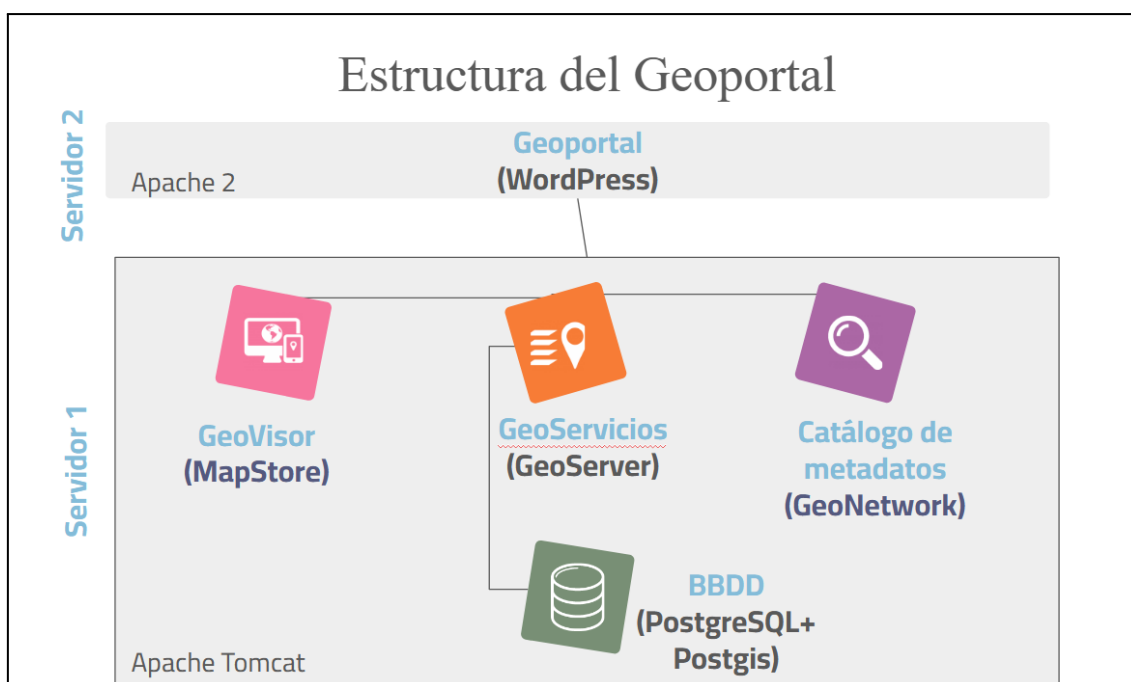


Figura 26: Esquema básico del geoportal de IDE-UNPSJB.

Las aplicaciones se acceden a través de la página web del geoportal. La página de inicio (ver figura 27) se diseñó priorizando la facilidad de uso, permitiendo a los usuarios acceder a todos los recursos apenas ingresan al portal. Se encuentran disponibles el geovisor, los geoservicios, la mapoteca virtual y el catálogo de metadatos. Se utilizó de guía el portal de la Infraestructura de Datos de la República Argentina



Figura 27: Página de Inicio de Geoportal de la IDEUNPSJB.

La página web de inicio se desarrolló utilizando WordPress debido a su practicidad en la edición de páginas, especialmente para usuarios con poca experiencia. Optar por este tipo de plataformas para las páginas web permite realizar cambios según las necesidades de la IDE sin depender exclusivamente de personal profesionalizado en esta materia. El resultado final es una página básica y funcional para mostrar los resultados de este trabajo.

Cuando la IDE-UNPSJB entre en el periodo de producción, será necesario mejorar la estructura del geoportal mediante la adición de secciones institucionales, normativas institucionales, recursos relacionados con la temática, guías de procedimientos y tutoriales destinados a productores y usuarios de información geoespacial

Conclusiones

El extenso recorrido abordado en este trabajo se ha centrado principalmente en las cuestiones fundamentales que deben considerarse al implementar la Infraestructura de Datos Espaciales para la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. La gestión integral de la información geoespacial en el contexto universitario resulta sumamente compleja debido a la falta de personal formado y dedicado exclusivamente para el mantenimiento y actualización del gran volumen de información geoespacial generada.

En respuesta a las preguntas planteadas al inicio de este trabajo, se puede afirmar que la información geoespacial se gestiona en función de la necesidad de los proyectos y, en muchas ocasiones, no se contempla su reutilización. Además, carece de documentación sobre la creación y procesamiento de los datos geográficos, lo que no garantiza la interoperabilidad.

Las necesidades de la comunidad universitaria son muy variadas, y el grado de calidad de los datos es muy alto. Por ello, es fundamental comenzar a aplicar el marco integrado de información geoespacial a largo plazo de manera firme.

A su vez, lograr y sostener la institucionalización de la IDE-UNPSJB proporcionará la solidez necesaria para afrontar los avances en desarrollos tecnológicos y nuevos desafíos.

Por lo tanto, la capacidad de la IDE-UNPSJB como plataforma para la actualización, almacenamiento, estandarización, visualización, publicación y mantenimiento de los resultados y datos generados, contribuye al proceso de democratización de la información geográfica y a la divulgación científica.

Sin dudas, los avances logrados con este trabajo serán un aporte fundamental para el funcionamiento de la IDE-UNPSJB y contribuirán a su expansión definitiva a todas las sedes.

La UNPSJB debe generar, a partir del comité asesor de gobernanza, convenios y articulaciones con otras instituciones, y poner al servicio de la sociedad todos sus conocimientos en una gran variedad de temas, especialmente en el manejo de la información geográfica, para responder a las demandas sociales.

De allí la importancia que la UNPSJB tome la IDE como política universitaria para lograr la democratización de los datos geográficos proporcionando la capacidad de

accesibilidad a la Información Geográfica (IG) a los usuarios cuando sea necesario, eliminando las barreras de acceso. Este proceso de empoderamiento permitirá que toda la comunidad interesada pueda acceder a la información aportando de esta manera un recurso más para generar la transparencia de los datos públicos, optimizando recursos y lograr la mayor eficacia en la toma de decisiones por medio del análisis de la información geoespacial integrada.

Bibliografía

Abarca, O. y Bernabé Poveda, M. (2008). Propuesta de un modelo conceptual para el desarrollo de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) orientada a la gestión de estaciones experimentales. GeoFocus (Informes y comentarios) n° 8, p. 1-22.

Álvarez, M; Reynoso, L; Rosanigo, Z; Agudiak, B. (2013). Contribución a las IDE desde el trabajo conjunto entre UNPSJB, UNCOMA e IGN en las memorias de las VIII jornadas IDERA. Disponible en http://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/documentos/Memorias_de_las_VIII_Jornadas_IDERA_2013.pdf

Buzai, G. (2013) Sistemas de información geográfica SIG : teoría y aplicación . - 1a ed. - Luján : Universidad Nacional de Luján

Barragán, F (2021) Gobernanza de la información geográfica dentro de una IDE universitaria. XLVII CURSO INTERNACIONAL Infraestructura de Datos Espaciales con enfoque en el Marco Integrado de Información Geoespacial (IGIF) en software libre. Disponible en https://idesob.uns.edu.ar/wp-content/uploads/2023/05/Gobernanza_IG_IDESoB_2021.pdf

Caloni, N. y Miraglia, M. (2015). Creación de una infraestructura de datos espaciales para el conurbano bonaerense. En: Miraglia, M.; Caloni, N. y Buzai, G. (Org.). Sistemas de información geográfica en la investigación científica actual. Universidad Nacional de General Sarmiento, Los Polvorines, p. 247-262.

Del Bosque Gonzalez, I. (2012) Los sistemas de Información Geográfica y la Investigación en Ciencias Humanas y Sociales. Confederación de Centros de Estudios Locales. Madrid.

Echevarría Martínez M. (2001), "Las Infraestructuras de Datos Espaciales. Experiencias en su implantación.", Boletín. Vol. Septiembre-octubre, pp. 38-50.

Fernández, S.; Del Río, J. (2011) Sistemas de información geográfica para el ordenamiento territorial. Serie Documentos de Gestión Urbana 1-Dirección Provincial del Ordenamiento Urbano y Territorial. Provincia de Buenos Aires.

IDERA (2017) Glosario de Términos. Grupo de Trabajo Marco Institucional. Disponible en https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/documentos/Glosario_IDERA.pdf

IDERA (2018) Guía de Procedimientos: Recomendaciones para la creación de un Nodo IDE Universitario u Organismo Científico. 1era versión.

https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/documentos/guias/GTAyC_RecomNodoUniversitariouOrgCientifico.pdf

Instituto Geográfico Nacional (2017) Descripción del Diccionario de Conceptos y Catálogo de Objetos Geográficos del Instituto Geográfico Nacional. República Argentina Versión 2.0

<https://drive.google.com/file/d/18SGxAbVM-NnfxQb3FvGJ9oJhApNrfWwD/view>

Iniesto, M. y Nuñez, A. (2014). Introducción a las Infraestructuras de Datos Espaciales. Centro Nacional de Información Geográfica, Dirección General del Instituto Geográfico Nacional, Gobierno de España, Madrid, España.

IPGH (2021). Catálogo de Objetos Geográficos y Símbolos Multiescala v 1.2 abril 2021. Instituto Panamericano de Geografía e Historia, 1(2), 1-48.

<http://publicaciones.ipgh.org/publicaciones-ocasionales/CATALOGO-DE-OBJETOS-GEOGRAFICOS-Y-SIMBOLOS-MULTIESCALA-V.1.2.pdf>

Lanari, M. (1995). Política universitaria como política pública. Modelos típicos de coordinación entre Universidad y Estado. Primer Encuentro Nacional “La Universidad como objeto de Investigación” Universidad de Buenos Aires, septiembre de 1995.

Linares, S. (2015) Una IDE para consultar, usar y compartir geodatos en docencia e investigación universitaria. Párrafos geográficos. IGEPAT.

López Trigal, L. (2015) Diccionario de geografía aplicada y profesional: terminología de análisis, planificación y gestión del territorio. Universidad de León.

Massera, C. (2018) Tesis de Doctorado en Geografía "Modelo ambiental con SIG aplicado a la gestión de riesgo de desastres urbano: El caso Comodoro Rivadavia 2007-2017" Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca

<http://repositoriodigital.uns.edu.ar/simple-search?query=Massera>

Obreque, E; Pecile, L; Vecchiatti, B. (2013). Hacia un nodo IDE en la UNPSJB en las memorias de las VIII jornadas IDERA. Disponible en

http://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/documentos/Memorias_de_las_VIII_Jornadas_IDERA_2013.pdf

Olaya, V. (2014). Sistemas de Información Geográfica. Libro libre disponible en <http://volaya.github.io/libro-sig/>

Olaya, V. (2016). Introducción a los Sistemas de Información Geográfica. IGN FOSS4G+SOTM. Argentina.

Olvera Ramírez, J *et al* (2014) Infraestructura de datos espaciales y normatividad geográfica en México: una perspectiva actual. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México.

UN-GGIM N (2020) *Integrated Geospatial Information Framework*, Strategic Pathway 4 Data

https://ggim.un.org/IGIF/documents/SP4-Data_10Jan2020_GLOBAL_CONSULTATION.pdf

UN-GGIM N (2020) *Integrated Geospatial Information Framework*, Strategic Pathway 5 Innovation.

<https://ggim.un.org/IGIF/documents/SP5%20-%20Innovation%204Jul2020%20GLOBAL%20CONSULTATION.pdf>

UN-GGIM N (2020) *Integrated Geospatial Information Framework*, Strategic Pathway 6 Standard.

<https://ggim.un.org/IGIF/documents/SP6-Standards-7Apr2020-GLOBAL-CONSULTATION.pdf>

Reynoso, L; Rotter, M; Mora, C. (2016). IDEUNCo: nodo IDE de la Universidad Nacional del Comahue para la democratización de información geoespacial académica en las XI Jornadas IDERA. Disponible en http://www.observatorio.gov.ar/media/k2/attachments/Libro_XI_Jornadas_IDERA_1.pdf

Salvador, M; Ramió C. (2020) Capacidades analíticas y gobernanza de datos en la administración pública como paso previo a la introducción de la inteligencia artificial. Revista del CLAD Reforma y Democracia, No. 77, Jul. 2020, pp. 5-36, ISSN 1315-2378 <https://clad.org/wp-content/uploads/2021/04/077-01-SR.pdf>

Schuler, L; Massera, C; Freddo, B (2020) <https://slidetodoc.com/infraestructura-de-datos-espaciales-universidad-nacional-de-la/>

Tamayo Sáez, M. (1997) El análisis de las políticas públicas. In: Bañón, R. and Carrillo, E., Eds., La nueva Administración, Alianza Universidad, Madrid.

Páginas web consultadas

Apache Tomcat <https://tomcat.apache.org/download-90.cgi> Consultada el día 27/05/2021

Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales <http://www.icde.org.co/> Consultada la fecha: 8/04/2021

Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina. <https://www.idera.gob.ar>. Consultada el día 22/02/2021

Infraestructura de Datos Espaciales de Uruguay <https://www.gub.uy/infraestructura-datos-espaciales/> Consultada la fecha: 8/04/2021

Infraestructura de Datos Espaciales del Perú <https://www.geoidep.gob.pe/institucional/que-es-portal-de-datos-espaciales-del-peru-geoidep> Consultada la fecha 20/04/2021

Infrastructure for Spatial Information in Europe <https://inspire.ec.europa.eu/about-inspire/563> . Consultada la fecha: 8/04/2021


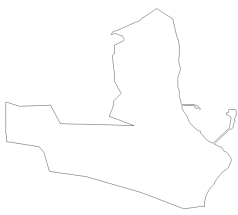
Red Geoespacial de América Latina y el Caribe. <https://www.geosur.info/geosur/index.php/es> Consultada la fecha: 12/04/2021

Infraestructura de Datos Espaciales de la Universidad de Cuenca <https://ide.ucuenca.edu.ec/> Consultada la fecha: 13/05/2023

Infraestructura de Datos Espaciales del Sudoeste Bonaerense <https://idesob.uns.edu.ar/> Consultada la fecha: 20/09/2023

Anexo I

Tabla de resumen de datos geográficos:

 <p style="margin: 0;">INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES UNPSJB</p> <p style="font-size: small; margin: 0;">LABORATORIO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y TELEDETECCIÓN INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOGRÁFICAS DE LA PATAGONIA</p>		
NOMBRE DE ARCHIVO	nombre.gpkg	
GEOMETRÍA	Polígono	
CLASE	DEMARCACIÓN	
SUBCLASE	PLANEAMIENTO URBANO	
OBJETO	BARRIO	
EPSG	22182	
ATRIBUTOS		
CAMPOS	TIPO	DESCRIPCIÓN
fid	serial	Identificador único de los objetos
fna	cadena de caracteres	Nombre completo que se utiliza para designar un objeto en un mapa o carta. Está formado por el término genérico y el término específico. Ejemplo: río Mendoza.
gna	cadena de caracteres	Parte del nombre geográfico que indica el tipo de objeto que identifica. Ejemplo: río, monte, glaciar, establecimiento.
nam	cadena de caracteres	Parte de un nombre geográfico que acompaña al término genérico y que identifica e individualiza un objeto geográfico determinado. Ejemplo: Paraná en río Paraná.
sag	cadena de caracteres	Nombre de la autoridad responsable de la información utilizada.
SIMBOLOGÍA		
		

Anexo II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO	
<i>INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES</i>	
Cuestionario de inventario de datos *	
El objetivo de la encuesta es recopilar información detallada sobre los conjuntos de datos adquiridos por la UNPSJB.	
Conjunto de datos	
Nombre del conjunto de datos	
Nombre del custodio	
¿Para qué se utilizan los datos?	
¿Qué otras áreas u organizaciones utilizan/dependen de este conjunto de datos?	
Contacto	
Nombre del punto de contacto	
Punto de contacto Posición / Título	
Datos del punto de contacto (Correo electrónico, teléfono)	
Cobertura	
¿Qué áreas cubren sus áreas?	QUE UBICACION CUBRE SU ÁREA COORDENADAS
¿Existe un índice de cobertura de datos? [SI/NO]	
¿Cuál es el sistema de coordenadas de los datos?	
Resolucion de datos/escala	
¿Cuál es la resolución de los datos (por ejemplo, la escala)?	
Exactitud de los datos	
¿Cuál es la precisión horizontal de los datos?	
¿Cuál es la precisión vertical de los datos?	
Linaje de los datos	
Describe las fuentes de las que se obtuvieron los datos y los métodos utilizados.	
Precisión de los atributos de los datos	
¿Cuál es la precisión de los valores de los atributos en los datos?	
Consistencia lógica de los datos	

Cómo se gestiona la coherencia lógica de los datos (por ejemplo, las reglas de topología)	APLICAR REGLAS TOPOLÓGICAS? ¿CUALES?
Vigencia de datos	
¿Cuál es la actualidad de los datos (por ejemplo, la fecha de producción o el último mantenimiento)?	CUAL ES LA FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN
¿Con qué frecuencia se actualizan los datos?	
Garantía y control de la calidad de los datos	
Procesos utilizados para validar los datos (por ejemplo, control de campo, evaluación de la precisión)	
Formatos de datos	
¿El conjunto de datos es en papel o digital?	
Si son digitales, ¿en qué formato están los datos(forma tabular, CAD, GIS u otro)?	
Proporcione más información sobre el tipo de formato (es decir, hoja de cálculo, base de datos, AutoCAD, ESRI Shapefile, archivos de diseño, etc.)	
¿Existen normas que los datos cumplan? [SI/NO] En caso afirmativo, indique las normas.	
Diccionario de datos	
¿Tiene un diccionario de datos? [SI/NO]	
Almacenamiento de datos	
¿Cómo se almacenan los datos? (Por ejemplo, en hojas (archivos individuales) o en una base de datos sin fisuras)	
¿Qué tipo de sistemas de almacenamiento se utilizan?	
Estimar el tamaño de los datos (en Megabytes)	
Metadatos	
Existen metadatos a nivel de conjunto de datos? [SI/NO]	
En caso afirmativo, ¿Son los metadatos (digitales o en papel)?	
En caso afirmativo, ¿Los metadatos cumplen una norma? (Por ejemplo ISO 19115, ISO 19115-2 iso 19139)	
¿Dispone de metadatos a nivel de	

características? [SI/NO]	
En caso afirmativo, describa qué metadatos se almacenan.	
Accesibilidad de los datos	
¿Tiene los derechos de propiedad intelectual de sus datos? [SI/NO]	
En caso negativo, ¿Quién/qué organización tiene los derechos o licencias?	
En caso negativo, ¿Se restringe el acceso a los datos de alguna manera?	
¿Cómo se comparten los datos internamente y qué estándares se utilizan? (Por ejemplo, servicios web- WMS, WFS transferencia de archivos)	
Si los datos no están restringidos, ¿está dispuesto a compartir los datos con otros (es decir, externamente)? [SI/NO]	
En caso afirmativo, ¿Cómo se comparten/transfieren los datos y qué normas se utilizan? (Por ejemplo, servicios web-WMS,WFS, transferencia de archivos)	
En caso afirmativo, ¿el intercambio es gratuito o tiene un coste?	
Si tiene costo. ¿Cuál es la tarifa?	
Política y legislación	
¿Existen políticas/legislación interinstitucional que aborden la recopilación o el intercambio de estos datos? [SI/NO]	
En caso afirmativo, enumere y describa la Política / Legislación.	
Sensibilidad de los datos	
El acceso abierto tiene prioridad sobre el acceso restringido, a menos que haya razones específicas e imperiosas para restringir el acceso? [Verdadero/Falso] SI/NO	
¿El conjunto de datos se considera sensible? [SI/NO]	

<p>Si el conjunto de datos se considera sensible, qué es lo que mejor define su naturaleza sensible (se permiten múltiples opciones):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cuestiones de privacidad 2. Sensibilidad comercial 3. Seguridad nacional 4. Sensibilidad medioambiental 5. Sensibilidad definida explícitamente en una política, legislación o normativa 	
<p>Si el conjunto de datos se considera sensible, cuál es la mejor manera de gestionar la sensibilidad (se permiten varias opciones):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Los datos sensibles se generalizan/agrupan para no comprometer ninguna cuestión sensible. 2. Las directrices de acceso controlado se utilizan en los casos en que la información sensible es de interés público. 3. Las restricciones de acceso están documentadas en registros de metadatos. 	
<p>Conjuntos de datos alternativos / duplicados</p>	
<p>¿Conoce alguna otra organización que produzca un conjunto de datos similar? [SI/NO]</p>	
<p>En caso afirmativo, indique el nombre de la organización/persona de contacto.</p>	
<p><i>*Cuestionario adaptado del Marco Integrado de Información Geoespacial- Vía Estratégica 4 Apéndice 4.2 (UN GGIM-2020)</i></p>	