

# CoNaIISI 2014

## Actas del 2° Congreso Nacional de Ingeniería Informática/Sistemas de Información

13 y 14 de Noviembre de 2014  
San Luis, Argentina



Consejo Federal de  
Decanos de  
Facultades de  
Ingeniería



Red de Carreras de  
Ingeniería en  
Informática / Sistemas  
de Información del  
CONFEDI



Departamento de  
Informática  
Facultad de Ciencias  
Físico Matemáticas y  
Naturales,  
Universidad Nacional  
de SanLuis,  
Argentina



Facultad de Ciencias  
Físico Matemáticas y  
Naturales,  
Universidad Nacional  
de San Luis,  
Argentina

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO  
MATEMÁTICAS Y NATURALES



Universidad Nacional  
de San Luis,  
Argentina

**Actas de CoNaIISI 2014 - ISSN: 2346-9927**

Red de Carreras de Ingeniería en Informática / Sistemas de Información (RIISIC) perteneciente al CONFEDI. Ayacucho 132 1° Pso.- CABA, Argentina.

Tel. +54 (011) 4952 4466 - e-mail: info@confedi.org.ar

**Editores:** Daniel Riesco, Germán Montejano, Fabiana Piccoli, Andrés Bursztyn.

**Editorial:** Universidad Nacional de San Luis, Facultad de Ciencias

Físico-Matemáticas y Naturales, Departamento de Informática,

Ejercito de Los Andes 950 - D5700HHW – San Luis – Argentina.

Tel. +54 (0266) 4520300, int. 2112. e-mail: secinfo@unsl.edu.ar

## Desarrollo de una Infraestructura de Datos Espaciales Académica

<sup>1</sup>Martín, Horacio - <sup>2</sup>Linares, Santiago - <sup>1</sup>Suarez, Marcos - <sup>1</sup>Magliocchetti, Agustín - <sup>1</sup>Sajewicz, Brian - <sup>1</sup>Gil, Guillermo - <sup>2</sup>Ortmann, Mauro

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Trenque Lauquen

<sup>2</sup>Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Humanas

### Abstract

*Una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) es un Sistema de Información Geográfica (SIG) distribuido. Está integrada por datos y atributos geográficos (metadatos), tecnologías de red y servicios.*

*Partimos de la convicción de que una IDE académica institucional brindará una mayor disponibilidad de información espacial, un mejor conocimiento de los trabajos de investigación ya realizados y un mayor aprovechamiento de los esfuerzos puestos en la creación de geodatos, como fruto de la cooperación y compartición de recursos.*

*En este trabajo se presentan los avances del proyecto de investigación y desarrollo en curso en la Facultad Regional Trenque Lauquen de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), que se propone la construcción de una IDE académica para la Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), aportando una primera solución, totalmente funcional, a las necesidades de la institución.*

### Palabras Clave

Infraestructura de datos espaciales, IDE, e-Ciencia.

### Introducción

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) [1] se han constituido en una de las más importantes herramientas de trabajo en todas aquellas actividades que tienen como insumo el manejo de la información relacionada con diversos niveles de agregación espacial o territorial.

Sencillamente podríamos definir a los SIG como un conjunto de métodos, herramientas y datos que fueron diseñados para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar la información geográfica y de sus atributos de forma coordinada y lógica.

Por otro lado, una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) [2] [3] es un sistema informático que combina las potencialidades de los SIG y la accesibilidad y disponibilidad de la web; suele ser definida como un SIG distribuido. Está integrada por datos y atributos geográficos (metadatos), tecnologías de red y servicios.

Los servicios de una IDE son las funcionalidades accesibles mediante un navegador de Internet que se ofrecen al usuario para aplicarlos sobre los datos geográficos.

A fin de garantizar la interoperabilidad del sistema, los recursos deben cumplir una serie de condiciones (normas, especificaciones, protocolos, interfaces) que permitan que un usuario, utilizando un simple navegador, pueda utilizarlos y combinarlos según sus necesidades.

Las Universidades, como cada una de las facultades y núcleos de actividades científico-tecnológicas que las conforman, en tanto instituciones públicas creadoras de conocimientos, poseen la obligación no sólo de responder a las demandas sociales emergentes a partir de las temáticas que abordan, sino también de poner al servicio de la comunidad los resultados de tales abordajes. En tal sentido, deben interesarse por la forma en la que se difunde hacia afuera de las instituciones universitarias la información que generan.

En nuestro medio, se percibe una demanda creciente de información geográfica por parte de diferentes docentes-investigadores,

pertenecientes y ajenos a la Facultad de Ciencias Humanas de la UNCPBA, y se considera importante establecer algún tipo de mecanismo que registre, regule y facilite la distribución y el acceso a este tipo de datos. La creación de información espacial es inherente en alguna dimensión a cada una de las disciplinas existentes [4], ya sea como insumo o como materialización del trabajo de investigación. Se trata de recursos de costosa producción y difícil acceso, debido a formatos incompatibles, modelos divergentes, políticas de distribución restringidas o falta de conocimiento.

Partimos de la convicción de que una IDE Académica, con el respaldo institucional continuado y decidido que merece, redundará sin lugar a dudas en importantes beneficios relacionados con la obtención de una mayor disponibilidad de información espacial, un mejor conocimiento de los trabajos ya realizados y un mayor aprovechamiento de los esfuerzos puestos en la creación de geodatos, como fruto de la cooperación y compartición de recursos.

Las IDEs dedicadas al soporte de la actividad científica no son un concepto realmente nuevo. Ya en 1998 Al Gore, entonces vicepresidente de EEUU, presentó la visión de Digital Earth: un modelo tridimensional de la Tierra que fuera capaz de representar información geográfica de carácter físico y humano para mejorar la comprensión de los procesos globales, tanto naturales como sociales [5].

El concepto de e-Ciencia aparece en el marco de Information Society Technologies (IST) del programa europeo y se define como “ciencia desarrollada a través de colaboraciones globales posibilitadas de forma distribuida en Internet” [6]. El desarrollo de la e-Ciencia está ligado a los avances tecnológicos y las IDE juegan en ello un papel muy importante.

Actualmente existen diversas IDEs dedicadas a las actividades científicas en Europa y Norte América [5].

En el mismo sentido se están orientando en Latinoamérica, proyectos de construcción de IDEs dedicadas al sector académico, por ejemplo, la propuesta para el ámbito de las Estaciones Experimentales de investigación agrícola de Venezuela [7].

En una escala mayor, existe un proyecto de gran envergadura, encarado por LATIN IDE (Comunidad Latinoamericana de Infraestructura de Datos Espaciales), comunidad virtual sin restricciones de acceso, que agrupa a investigadores de 20 instituciones de 8 países (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Venezuela y Perú), en torno al trabajo investigativo y académico acerca de IDEs.

En nuestro país, hay desarrollos como la IDE LabSIG de la UNGS que plantea la necesidad de implementar una IDE sobre el Conurbano Bonaerense (área comprendida por la Ciudad de Buenos Aires y los 24 partidos que la rodean), procurando facilitar el acceso y la integración de la información espacial entre múltiples usuarios, especialmente vinculados a la actividad académica [8].

Nuestra propuesta parte de un proyecto de investigación y desarrollo de SIGs, que involucra a dos universidades nacionales y una extranjera, a través de sendas Facultades: la Facultad de Ciencias Humanas de la UNCPBA, la Facultad Regional Trenque Lauquen de la UTN y la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Castilla La Mancha. En el marco del mismo se ha construido un prototipo de SIG mediante herramientas de software libre.

Así, la disponibilidad del know-how tecnológico de una y la amplia experiencia en el manejo y procesamiento de geodatos

de otras, ha llevado a la concreción de un acuerdo específico entre las Facultades para satisfacer la necesidad de implementación de una IDE Académica.

En este trabajo se presentan los avances del proyecto de investigación y desarrollo en curso en la Facultad Regional Trenque Lauquen de la UTN, que se propone la aplicación del prototipo SIG en la construcción de tal IDE Académica para la Facultad de Ciencias Humanas de la UNCPBA, aportando una primera aproximación, totalmente funcional, a la solución del problema.

Una IDE corporativa, como la aquí desarrollada, permitirá armonizar las múltiples bases de datos espaciales ya generadas y ponerlas al servicio de nuevos proyectos, reutilizándolas, aprovechando esfuerzos y disminuyendo costos hacia el interior de la comunidad universitaria. Además, la utilización de una IDE por parte de la ciudadanía en su conjunto, permitirá extender el conocimiento generado en instituciones y organismos públicos y el uso de la información geográfica en gran variedad de situaciones.

### **Elementos del Trabajo y metodología**

Los sistemas que estudiamos son aplicaciones atípicas que involucran un ajuste complejo de diversos frameworks y programación. Se han propuesto metodologías complejas para su diseño como la empleada por Abarca & Bernabé Poveda [7], basada en el modelo de de Hjelmager et al. [9].

Estamos experimentando con modelos de procesos de desarrollo a fin de seleccionar el más adecuado. Empleamos un modelo evolutivo basado en prototipos. Para ello, se pactaron etapas de presentación del sistema con funcionalidades definidas. El Sistema fue alojado en el servidor de la Facultad de Ciencias Humanas de la UNCPBA y las updates son realizadas vía Internet por el

equipo de desarrollo. El mismo ha distribuido sus tareas de acuerdo a las funcionalidades requeridas y emplea para la gestión de versiones un framework open source.

Para el diseño y documentación del modelo de clases, nos hemos propuesto utilizar la extensión del Lenguaje Unificado de Modelado (UML) [10] para aplicaciones web denominada WAE (Web Application Extensions) [11]. UML tiene definido un mecanismo de extensión que permite incluir nuevos atributos, diferente semántica y restricciones adicionales. WAE es el conjunto de extensión de UML formado por valores etiquetados, estereotipos y restricciones que posibilitan modelar las peculiaridades de una aplicación web.

La arquitectura de software sigue el patrón MVC (modelo – vista – controlador) [12] que separa la información con la que trabaja la aplicación, es decir, su lógica de negocio (el modelo), de la presentación al usuario (la vista), siendo el controlador el responsable de procesar las interacciones entre ambos. Esto facilita el desarrollo y mantenimiento de las aplicaciones.

Para alcanzar los requerimientos demandados, se debieron seleccionar las tecnologías y herramientas de software que se emplearon en el proyecto. Los criterios que se tomaron con este fin fundamentalmente fueron su robustez, estabilidad, seguridad y alto rendimiento en el manejo de información geoespacial. Se optó por utilizar exclusivamente software libre.

Se escogieron las siguientes tecnologías:

- software de base: sistema operativo Linux, servidor HTTP Apache;
- base de datos: PostgreSQL con extensión PostGIS, administrador de bases de datos pgAdmin; lenguaje de consulta SQL.
- programación en servidor: lenguaje PHP, con el framework Mapscript, entorno de

desarrollo NetBeans, servidor de mapas MapServer;

- programación en cliente y diseño web: lenguaje JavaScript, con tecnología Ajax, frameworks OpenLayers, JQuery y ExtJS;
- procesamiento de datos geoespaciales: aplicación Quantum GIS.

Para alojar el sistema se configuró un servidor web. Como sistema operativo se eligió la distribución de Linux OsGeo que tiene incorporadas la mayoría de las herramientas y utilitarios a emplear.

## Resultados

La gestión de usuarios exige tres niveles de autenticación: usuario administrador, usuarios registrados y usuarios no registrados.

La Fig. 1 muestra la asignación de funcionalidades a los actores. Los usuarios se registran accediendo, mediante el ícono de login, al formulario correspondiente. El sistema responde enviándole un email con una clave de acceso.

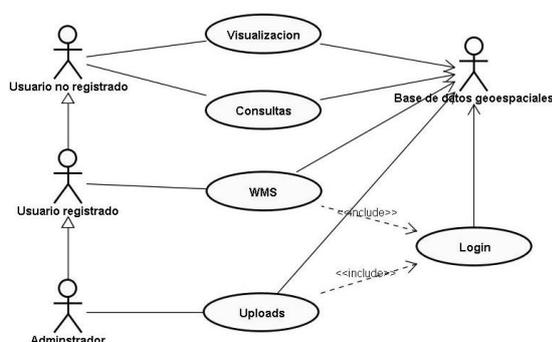


Fig. 1. Diagrama de Casos de Uso

La IDE desarrollada comprende funcionalidades que permiten la visualización de información geoespacial y consultas sobre la misma, tanto por selección gráfica sobre las capas, como por la estipulación de filtros por valores alfanuméricos según criterios preestablecidos.

Además provee la visualización de mapas online y descarga de archivos en formato

shp o mediante un Servicio de Mapas Web (WMS), de nuestro servidor y de otros servidores. WMS es un estándar del OGC (Open Geospatial Consortium) que permite acceder a mapas generados por un servidor de mapas, accediendo a datos georreferenciados. WMS es accesible vía HTTP a través de una URL que devolverá el mapa solicitado, permitiendo crear mapas compuestos combinando coberturas de diferentes peticiones.

El OGC define otros estándares para las IDE cuya implementación será encarada en etapas posteriores de refinamiento del sistema.

La IDE desarrollada cuenta con políticas de edición, uso y metadatos conforme a las normas y estándares Internacionales definidas por el OGC. El OGC, en su carácter de consorcio industrial, está presentando sus especificaciones a la ISO para su normalización a través del ISO/TC 211 [13]. La IDE utiliza un paquete de descriptores compuesto por 28 elementos, utilizado por el Perfil de Metadatos de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA), basados en el núcleo de la norma ISO 19115:2003.

La IDE permite la incorporación (uploads) en su base de datos de información geográfica y alfanumérica a partir de los datos obtenidos de diversas fuentes. La información geoespacial debe ser procesada para lograr compatibilizar los distintos formatos y sistemas de proyección cartográfica. Esta es una tarea crítica en la implementación de la IDE [14].

La incorporación de nuevas capas estará a cargo del administrador del sistema por solicitud de los usuarios registrados, de acuerdo a flujos de trabajo previamente definidos y políticas de edición estipuladas.

Al ingresar a la página del sistema nos encontramos con la interfaz y sus secciones (Fig. 2). En la misma se puede apreciar la

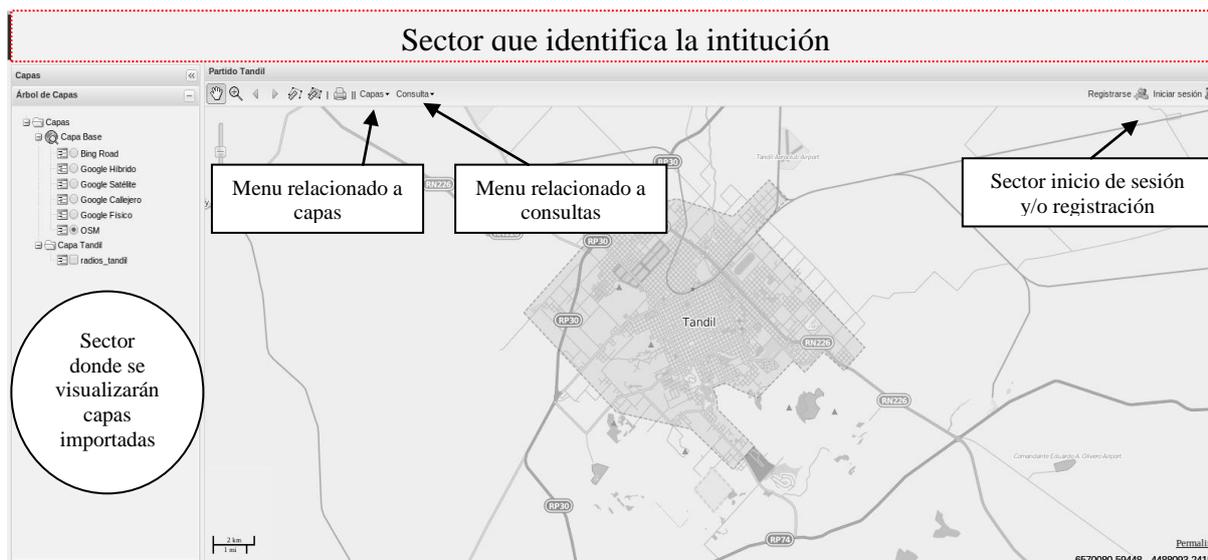


Fig. 2. Pantalla inicial de la IDE

zona de la barra de título que presenta un texto con el nombre de la aplicación y el logo de la institución para la cual se ha desarrollado.

Por debajo y sobre la derecha se ve el panel rebatible que permite seleccionar las capas cargadas, agrupadas en un árbol según una categorización consensuada entre los investigadores proveedores de información, derivada de la propuesta adoptada por el IGN en su perfil de metadatos PMIDERA a partir de la norma ISO 19110 e ISO 19126, organizada en las siguientes categorías:

- Economía
  - Agricultura y ganadería
  - Minería
  - Pesca
  - Industria
  - Comercio y Servicios
  - Sistema bancario, financiero y aseguradoras
  - Turismo
- Población y Viviendas
  - Estructura demográfica
  - Salud
  - Educación
  - Vivienda y Hogares
  - Asentamientos humanos
- Ordenamiento territorial, infraestructura y comunicación

- Zonificación y usos del suelo, planeamiento catastral
- Equipamientos colectivos
- Redes de comunicación, transporte y accesibilidad
- Infraestructura de servicios
- Divisiones administrativas
- Marco ambiental
  - Climatología y Meteorología
  - Biogeografía
  - Geomorfología y Edafología
  - Elevación
  - Hidrología

Ocupando la mayor parte de la interfaz se encuentra el sector del mapa, principal área de visualización de información del sistema desde donde además se accede a los menús para gestión de usuarios, de capas y de consultas. En él se alojan los controles (Fig. 3) para un manejo más dinámico: barra de zoom (1); barra de herramientas (2) (con las opciones de movimiento, zoom, avanzar o retroceder según los movimientos en el mapa, medir, área e imprimir); escala (3) y posición del cursor (4).

### Discusión

La evaluación del producto obtenido debe hacerse desde dos perspectivas distintas. Por un lado, su eficacia, que estará dada por

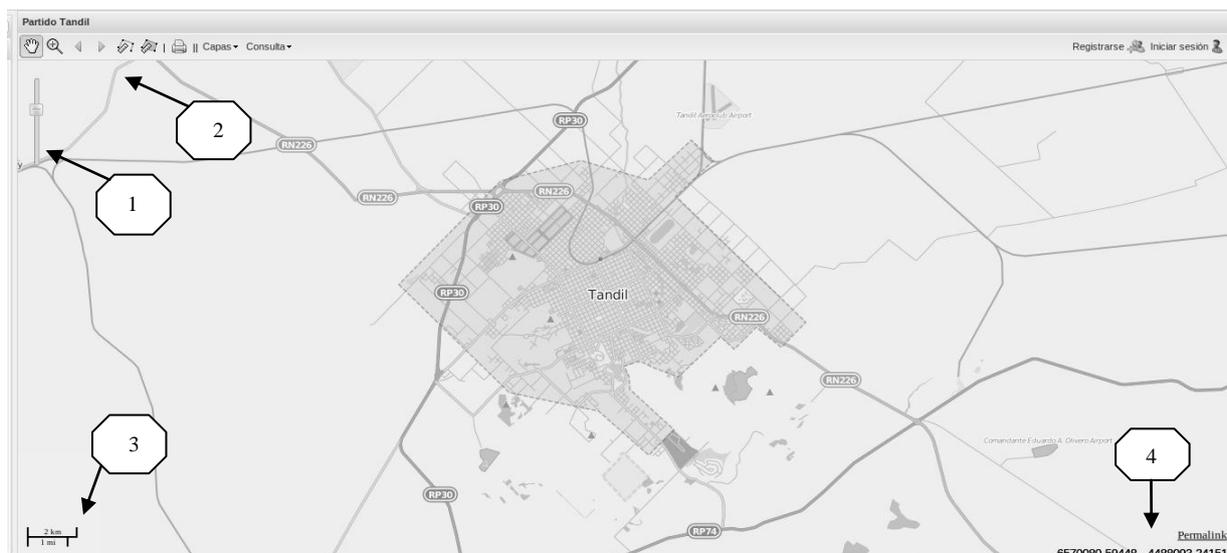


Fig. 3. Sector del mapa

su adecuación a los requerimientos (técnicos y funcionales). Esta evaluación se lleva a cabo en cada entrega modular, hasta finalizar el desarrollo.

Por otro lado debe considerarse la validación de los objetivos para el cual la IDE ha sido desarrollada: las potencialidades de la IDE Académica establecidas en nuestra Introducción. La metodología de validación de los objetivos se ha propuesto mediante la correlación de una serie de variables y sus respectivos indicadores y/o índices. El instrumento de “medición” será el propio sistema a través de cuestionarios impartidos a los usuarios en el formulario de registro (datos pre) y evaluaciones estadísticas de los usos que le den a la IDE al cabo de un lapso establecido (datos pos). La correlación entre ambos tipos de datos permitirá realizar la evaluación de la eficiencia real de este instrumento y hacer una discusión más amplia de los resultados obtenidos.

## Conclusión

El proyecto ha dado lugar a un fluido intercambio de conocimientos entre las tres facultades correspondientes a distintas universidades, fortalecido por la financiación que otorga el programa Redes Interuniversitarias de la Secretaría de

Políticas Universitarias del Ministerio de Educación.

La IDE desarrollada se encuentra operativa, funcionando en un servidor de la Facultad de Ciencias Humanas de la UNCPBA. En la actualidad se están diseñando otros módulos que permitirán ampliar sus funcionalidades y servicios.

Este trabajo ha puesto de manifiesto la potencialidad de las IDE como una plataforma para difundir los resultados y datos generados en las investigaciones llegando a la comunidad académica y a la sociedad en su conjunto, aportando a un proceso de socialización y democratización de la información científica.

## Referencias

- [1] Olaya, V., *Sistemas de información geográfica*, Creative Common Atribucion, 2011.
- [2] Bernabé Poveda, M. A., López Vázquez, C. M, *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales*. UPM-Press, Serie Científica., 2012.
- [3] Valencia Martínez de Antoñana, J., *Pasado, presente y futuro de las infraestructuras de datos espaciales*, Bubok Publishing S.L., 2008.
- [4] del Boque González, I. et al., *Los Sistemas De Información Geográfica y la Investigación en Ciencias Humanas y Sociales*, Confederación Española de Centros de Estudios Locales, 2012.

- [5] Guasp Giner, L., “Las Infraestructuras de Información Geográfica Científica: conceptualización y análisis de casos existentes”, in *Jornadas Ibéricas de Infraestructuras de Datos Espaciales*, Madrid, España, 2012.
- [6] Granell, C. et al., 2006, “Contribuciones de una IDE a la e-Ciencia: Proyecto AWARE”, *Avances en las infraestructuras de datos espaciales*, Publicacions de la Universitat Jaume I, pp. 73-83.
- [7] Abarca, O. and Bernabé Poveda, M., “Propuesta de un modelo conceptual para el desarrollo de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) orientada a la gestión de estaciones experimentales de investigación, extensión, docencia y producción”, *GeoFocus (Informes y comentarios)*, nº 8, 2008, pp. 1-22.
- [8] Nicolás, C. and Miraglia, M., “Creación de una infraestructura de datos espaciales para el conurbano bonaerense”, in *XIV Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica*, Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Tegucigalpa, Honduras, 2013.
- [9] Hjelmager, J. et al., “Developing a modeling for the spatial data infrastructure”, in *International Cartographic Conference*, La Coruña, España, 2005.
- [10] Kumbaugh, J., Jacobson, I. and Booch, G., *El Lenguaje Unificado de Modelado: Manual de Referencia*, Pearson Educación S. A., 2000.
- [11] Conallen, J., *Building Web Applications with UML Second Edition*, Addison-Wesley, 2002.
- [12] Gamma, E., Helm, R. and Vlissides, J., *Patrones de Diseño. Elementos de software orientado a objetos reusable*, Addison-Wesley, 2003.
- [13] Comité ISOTC 211, *Guía de normas. Información Geográfica / Geomática*. Creative Common, 2010.
- [14] Pons Rubio, J. L., *Adaptación de la Información Cartográfica Local a las Infraestructuras de Datos Espaciales*, Universidad de Córdoba, España, Tesis Doctoral, 2009.

#### **Datos de Contacto**

Horacio Omar Martín. Facultad Regional Trenque Lauquen, Universidad Tecnológica Nacional. Villegas 980, Trenque Lauquen. [inghoraciomartin@gmail.com](mailto:inghoraciomartin@gmail.com).