

# Sistemas de Información Geográfica en la gestión de Instituciones Universitarias

M. Soledad Retamar<sup>1</sup>, Juan Pablo Nuñez<sup>1</sup>, Anabella De Battista<sup>1</sup>, Andrés Pascal<sup>1</sup>, Francisco Savoy<sup>2</sup>,  
Norma Edith Herrera<sup>3</sup>

*1 Dpto. Ing. en Sist. de Información, Univ. Tecnológica Nacional, FRCU, E. Ríos, Argentina  
{retamars, jpnunez, debattistaa, pascala}@frcu.utn.edu.ar*

*2 CONICET. Fac. de Cs. De la Salud, Universidad Nacional de Entre Ríos, Argentina  
fransavoy@hotmail.com*

*3 Dpto. de Informática, Universidad Nacional de San Luis, Argentina  
nherrera@unsl.edu.ar*

## Abstract

*Un sistema de información geográfica es una herramienta que permite analizar, visualizar e interpretar hechos relativos a la superficie terrestre, siendo de gran utilidad para la resolución de problemas complejos de planificación y gestión. Existen múltiples aplicaciones donde los sistemas de información geográfica son de suma utilidad, una de ellas es la gestión de instituciones. En este trabajo presentamos un aplicación de los sistemas de información geográfica en la gestión de una institución universitaria, con el objetivo de generar una herramienta que brinde soporte a la toma de decisiones en la implementación de estrategias de promoción y difusión de carreras dictadas en la institución.*

## 1. Introducción

Hace algunas décadas la única forma de sintetizar y representar información geográfica era a través de mapas en papel y la gestión de la información asociada a los mismos se veía reducida a procesos manuales limitados. Actualmente, el desarrollo de nuevas tecnologías ha permitido recolectar y digitalizar datos geográficos y ha generado la necesidad de analizar y manipular de forma interactiva este tipo de información. Todo esto ha generado la necesidad de contar con software específico, y esto a su vez ha derivado en la generación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) [1].

Un SIG ofrece funcionalidades para capturar, almacenar, visualizar y gestionar tanto información alfanumérica como información que requiere una representación en el plano de los objetos que se manejan en el dominio de un problema. La posibilidad

de analizar la distribución de datos espaciales en un momento de tiempo determinado representa una ventaja para la resolución de problemáticas en diversas áreas de conocimiento como salud, medioambiente, prevención y atención de desastres, seguridad, marketing, planificación urbana y comercial, entre otras [2].

En la actualidad, el incremento en la potencia del equipamiento informático ha hecho posible trabajar con grandes volúmenes de datos, tanto convencionales como aquellos a los que puede asociarse información geográfica. Es interesante destacar que la mayor parte de la información que se maneja en cualquier disciplina está georreferenciada, es decir, que se gestiona información a la que puede asociarse una posición geográfica además de otros datos descriptivos relativos al fenómeno que ocurre en dicha localización.

En este contexto, el presente trabajo presenta una aplicación de SIG para el análisis de información relacionada con los alumnos ingresantes a carreras de grado de una institución universitaria nacional. El objetivo principal es obtener una herramienta para la toma de decisiones al momento de delinear estrategias de promoción y difusión de dichas carreras universitarias en el ámbito local, regional, provincial y nacional.

El resto del artículo está organizado de la siguiente manera. En la Sección 2 presentamos una breve reseña de los SIG. En la Sección 3 se presenta el problema y los objetivos planteados. En la Sección 4 se presenta la metodología utilizada para desarrollar el trabajo. En la Sección 5 se plantea la discusión y finalmente, en la Sección 6, las conclusiones.

## 2. Sistemas de Información Geográfica

Como ya lo mencionáramos, un SIG es una herramienta que permite analizar, visualizar e interpretar hechos relativos a la superficie terrestre. Un SIG provee funcionalidades para capturar, almacenar, visualizar y gestionar tanto información alfanumérica como información que requiere una representación en el plano de los objetos que se encuentran en el dominio de un problema.

Los SIG han logrado una gran evolución en sus interfaces gráficas, permitiendo generar capas de información que posibilitan la representación tanto de cuestiones básicas, como sería por ejemplo la ubicación de centros educativos de una región o la extensión de las áreas ocupadas por localidades, así como también de algunas un poco más complejas, como por ejemplo la distribución de cultivos o la sectorización por grupos etarios de la población de todo un territorio.

Una capa se define como una relación que contiene en su esquema un atributo cuyo tipo de dato es uno de los tipos de datos geográficos soportados [3]. Una capa soporta tanto las operaciones usuales del álgebra relacional sobre sus atributos no geográficos, como operaciones específicas entre capas referentes a sus atributos geográficos.

Las funcionalidades que implementan los SIG permiten explotar eficientemente la información que almacenan, incluyendo la capacidad de realizar operaciones espaciales sobre los datos geográficos y la de consultar y analizar gráficamente dicha información. Por lo antes expuesto es sumamente importante la componente visual, ya que esta funcionalidad permite al usuario evidenciar más naturalmente las relaciones entre datos geográficos y datos alfanuméricos [3].

En una sociedad donde la información y la tecnología son dos de los pilares fundamentales los SIG constituyen, sin lugar a dudas, la tecnología apropiada para el manejo de información geográfica y los elementos básicos que permiten la gestión de todo aquello que, de un modo u otro, presente una componente geográfica susceptible de ser aprovechada.

Resulta necesario comprender algunos conceptos básicos relacionados con las características de la información que un SIG puede manejar. Los SIG trabajan sobre un espacio geográfico, que es un espacio de coordenadas en el que se representan los datos geográficos. La información de tipo geográfico puede clasificarse en dos grupos dependiendo de si representa características del espacio geográfico (atributos del espacio geográfico) o por el contrario representa propiedades de los objetos gestionados (atributos referentes a los objetos).

En relación al espacio geográfico, se almacenan atributos alfanuméricos que pueden ser continuos o

discretos, dependiendo del tipo de valores de su dominio que pueden almacenar, también llamados atributos del espacio geográfico [3].

Sobre dicho espacio se representan objetos geográficos, que son manipulados y representados gráficamente por los SIG. Estos pueden clasificarse en:

- *Objetos geográficos*: de los cuales se guarda tanto información alfanumérica como geográfica, lo que permite representarlos sobre un mapa. Por ejemplo, de una ciudad se pueden almacenar tanto su nombre y su población como su ubicación en base a coordenadas representada mediante un punto y el área que ocupa mediante un polígono.
- *Atributos geográficos*: representan información de características geográficas del objeto al que está asociado. Se representan mediante figuras geográficas.
- *Figuras geográficas*: representan gráficamente sobre el plano atributos geográficos de un objeto. Las más comunes son punto, línea, región.

## 3. Presentación del Problema de Aplicación

Para una institución de educación superior la posibilidad de contar con información georreferenciada sobre la procedencia de sus alumnos representa una oportunidad para fortalecer y focalizar las actividades de difusión de las carreras universitarias de grado y posgrado que dicta. Por tal motivo, en este trabajo se propone el uso de un SIG para la confección de capas temáticas con información de los alumnos ingresantes, utilizando dos niveles de análisis:

- Una capa de puntos que georreferencia a los aspirantes provenientes de la misma localidad en la que se sitúa la institución educativa.
- Otra capa de puntos que identifican a aquellos alumnos provenientes de otras localidades de cualquier punto del país.

Este trabajo se realizó en el marco de un equipo multidisciplinario del que participaron especialistas en Bases de Datos, Teledetección y Sistemas de Información Geográfica.

Se planteó como objetivo principal del trabajo obtener una herramienta que contribuya al análisis de la información relacionada con la procedencia de los alumnos ingresantes. Esto resultará de suma relevancia para las autoridades universitarias en los siguientes aspectos:

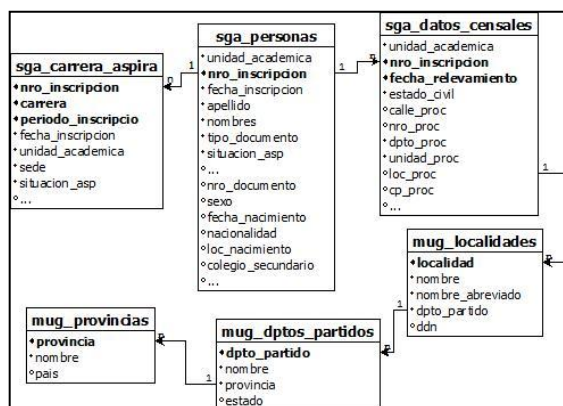
- Para tareas de planificación y desarrollo de políticas de promoción y difusión de las carreras de grado y posgrado que brinda la institución.
- Para establecer contacto con instituciones de distintos puntos del país para la realización de prácticas profesionales por parte de los alumnos.
- Para detectar relaciones que difícilmente puedan detectarse si no es a través de la visualización en un mapa, como por ejemplo la relación entre la localización de instituciones de salud y la procedencia de los alumnos.
- Para identificar instituciones de salud de todo el país con las cuales establecer contacto con el objetivo de favorecer la inserción laboral de los graduados una vez que han obtenido su titulación de grado.

#### 4. Metodología de Trabajo

Este trabajo constó básicamente de tres etapas: la captura de datos, la geocodificación de los mismos y la obtención de resultados. Detallamos a continuación cada una de ellas.

##### 4.1. Captura de Datos

La información relacionada con los alumnos y su historia académica en la institución universitaria es administrada a través del sistema de gestión académica SIU-Guaraní, que se encarga de almacenar los datos desde que una persona ingresa a una carrera hasta su egreso. Este sistema implementa su base de datos en un motor Informix 9.21 y almacena los datos censales de las personas a través de un modelo relacional como se muestra en la *Figura 1*.



**Figura 1: relaciones que permiten almacenar los datos censales de alumnos**

En el conjunto de estos datos descriptivos se encuentran atributos candidatos a ser referenciados geográficamente. Los datos geográficos representan hechos que ocurren en la superficie terrestre y constituyen el antecedente necesario para el conocimiento de un fenómeno espacial. Los datos georreferenciados tienen una posición o localización sobre la superficie de la tierra mediante coordenadas establecidas con respecto a un sistema de referencia. Un caso particular de la creación de puntos con coordenadas es la asignación de direcciones dentro de núcleos urbanos, tales como direcciones postales. Estas direcciones son de especial importancia en el desarrollo de actividades dentro del entorno urbano, ya que es más habitual referirse al emplazamiento de un determinado elemento (por ejemplo, un domicilio particular) en términos de su dirección postal que en coordenadas espaciales tales como las que se manejan en un SIG [2].

Hay dos tipos básicos de modelos de datos planimétricos, es decir, dos conjuntos de directrices para la representación lógica de la realidad: Vector y Ráster. Estos dan lugar a los dos grandes tipos de capas de información espacial. Para este trabajo se eligió el modelo vectorial, en donde las entidades se representan en el espacio mediante puntos, líneas o polígonos. Se representaron las provincias a través de polígonos, las localidades mediante puntos y las calles de la ciudad donde se ubica la institución a través de líneas o poligonales.

El municipio de la ciudad donde se ubica la institución educativa en estudio, cuenta con una capa de todas las calles de la localidad y su correspondiente numeración georreferenciadas. Tal capa fue provista al equipo de trabajo para la realización de este análisis. La misma fue ampliada y corregida a través de un relevamiento mediante la captura de coordenadas desde un GPS permitiendo obtener una capa de calles y alturas de la ciudad más ajustada a la realidad. Estos datos fueron tomados como referencia para poder localizar las direcciones postales de procedencia de los alumnos de la ciudad.

En el caso de alumnos procedentes de otras localidades, se decidió ubicar el punto que lo represente sobre el punto que representa a esa localidad en el mapa provincial o nacional, según corresponda. La capa de los centros poblados del país se obtuvo de la base de datos geográfica del Instituto Geográfico Nacional (IGN) [6]. Para los aspirantes provenientes de la ciudad de la institución en estudio se tuvieron en cuenta los atributos *calle\_proc* y *nro\_proc* de la relación *sga\_datos\_censales* de la base de datos del sistema académico SIU-Guaraní, que representan la calle y altura de su domicilio respectivamente, y para

los alumnos oriundos de otras localidades se consideraron los atributos *loc\_proc* de la relación *sga\_datos\_censales* y *provincia* de la relación *mug\_provincias*.

La institución en estudio cuenta actualmente con sedes o dependencias en distintas localidades del país en las que se dictan diferentes carreras que, si bien no son de dictado permanente, convocan a gran cantidad de estudiantes. Las cantidades de alumnos ingresantes, según su año de ingreso y su procedencia, se representan en la *Tabla 1*. Según su procedencia se diferenciaron dos grupos: aquellos oriundos de la misma localidad en la que se emplaza la sede central (columna Ciudad) de aquellos provenientes de otras localidades del país (columna Otras localidades).

Se tomó como período de análisis el comprendido entre los años 2008 y 2014, ya que a partir de 2008 se comenzó a utilizar el sistema de gestión de alumnos SIU-Guaraní, por lo que se cuenta con la información completa en el sistema para todos los ingresantes desde ese año. Se presenta en la *Tabla 2* otra clasificación de los ingresantes en la que se presenta por un lado la procedencia de los alumnos que cursan en la sede central y por otro lado, la procedencia de los alumnos que cursan en otras sedes del país.

**Tabla 1: Distribución de alumnos ingresantes según año de ingreso y procedencia**

Año	Procedencia	
	Ciudad	Otras localidades
2008	441	464
2009	276	252
2010	560	454
2011	349	457
2012	299	347
2013	457	361
2014	326	207

Como se puede observar en el modelo de datos de alumnos (*Figura 1*), los atributos a georreferenciar no se encuentran normalizados a nivel de datos, motivo por el cual se realizó un proceso de depuración de los mismos.

**Tabla 2: distribución de alumnos ingresantes según la sede donde se dicta la carrera**

Procedencia del alumno
------------------------

Sede de la carrera	Ciudad	Otras localidades
Ciudad	50,4 %	49,6 %
Otras sedes	3,4 %	96,6 %

Con el objetivo de realizar una primera comparación entre los datos existentes y los de referencia se insertaron en la base de datos de Informix dos tablas auxiliares conteniendo la información normalizada correspondiente a las calles de la ciudad y a las demás localidades del país.

El primer control realizado fue la cantidad de aspirantes de la ciudad que no poseían calles de procedencia pertenecientes a la tabla auxiliar de calles normalizada, lo que representaba un 60% del total. Respecto a las localidades un 38% de los registros no se correspondían con la tabla normalizada. Para corregir esta información se exportaron los datos a una planilla de cálculo que permitiera manipularlos sin necesidad de modificar los registros reales.

Entre los registros que no se correspondían ya sea con la tabla de calles como con la de localidades se pueden mencionar los siguientes escenarios:

- *A nivel localidad:* como se explicó anteriormente los nombres de localidades o centros poblados, obtenidos del IGN, fueron incorporados en una tabla auxiliar en la base de los aspirantes y así se pudieron detectar los casos en los que la localidad de procedencia del aspirante no coincidía con ninguna de las localidades de referencia. Los tipos de inconsistencias encontradas fueron:
  - Los registros de aspirantes que poseían el atributo localidad de procedencia vacía fueron desestimados ya que no era posible determinar su localidad de origen, los mismos representan un 0,5% del total.
  - Los registros vinculados a localidades de procedencia denominadas como *Indeterminada* fueron excluidos por la imposibilidad de igualarlos con los datos de referencia. Estos casos representan un 3% del total.
  - Se modificó el nombre de la localidad de los registros que poseían errores ortográficos en su denominación, por ejemplo: “Tucuman” por “Tucumán”, “Saenz Peđa” por “Saenz Peña”.
  - Se reemplazaron los nombres de las localidades en el reporte de aspirantes que en la tabla de referencia poseían una denominación diferente, por ejemplo: “Ciudad

Autonoma de Buenos Aires” por “Capital Federal”.

- A nivel domicilio: se identificaron todos los registros de aspirantes que inicialmente no tenían correspondencia con los nombres de calles de referencia.
  - Se modificaron los registros de aspirantes en los que el campo calle poseía errores ortográficos, por ejemplo: la calle “Mii-llan” se reemplazó por “Millán”.
  - Se detectaron y modificaron los registros que poseían nombres de calles desactualizados, esto sucede generalmente porque luego del registro del alumno en el sistema SIU-Guaraní la calle cambió su denominación, por ejemplo la calle “32 del Oeste” en la actualidad es “Del Ciervo”, otro caso es el de la calle conocida popularmente como “9 del Norte” que en realidad se denomina “Rubinsky”.
  - Se descartaron los registros que no poseían la altura de la calle o la misma estaba mal expresada, por ejemplo: “Metz \*\*\*”, “Artusi s/n”, “Mitre. Estos registros representaban un 0.01% del total.
  - Los registros con nombres de calles inexistentes y que no presentaban ningún dato relevante para poder ser localizados fueron descartados. Este tipo de casos sumaban un total de 11 registros, es decir el 0,009% del total. Ejemplo: “Ssss”; “nn” o vacías.
  - Respecto a las direcciones que estaban registradas como la intersección de dos calles, se controló que incluyeran entre ellas el conector “Y” para asegurar la localización correcta. Ejemplo: “Galarzay Torra” se reemplazó por “Galarza y Torrá”.
  - Si la dirección indicaba el nombre de un barrio, que en algunos casos no coincidía con los definidos por el municipio ya que pertenecen a complejos habitacionales, se localizó manualmente un punto que represente la dirección indicada y se reemplazó esa dirección en el registro por la calle y altura a la que pertenecía con un rango de error de una cuadra. Ejemplo: “Barrio del Turf 14 A” se reemplazó por “Pública 0412 725”.

Luego de realizar las correcciones mencionadas se generó el listado de los aspirantes provenientes de la misma ciudad donde funciona esta institución universitaria. El resultado de esta consulta se exportó a una planilla de cálculo que permita manipular los datos

sin alterar los originales. Se agregó una columna concatenando los atributos número y calle para los registros de la ciudad, y los atributos ciudad y provincia para los pertenecientes a otras ciudades.

## 4.2. Geocodificación de los datos

El proceso de asignar una referencia geográfica a un registro con la finalidad de poder localizarlo en un espacio geográfico se denomina geocodificación. En este caso no existe un mapa o documento cartográfico, sino una serie de datos espaciales expresados de forma alfanumérica que son susceptibles de convertirse en una capa y emplearse así dentro de un SIG.

Existen diferentes formas de geocodificar información, una de las más generalizadas es utilizar los ejes de las calles con su respectiva numeración -callejero-. En esta modalidad la información de origen debe contener direcciones compuestas por calles y números, es posible utilizar también códigos postales u otros datos de las direcciones, como por ejemplo distintas jerarquías dentro de la red vial (ej.: avenidas).

El proceso de geocodificación se llevó a cabo con la herramienta *ArcCatalog* de *ArcGIS 10.1*.

Para geocodificar un dato en forma automática se debe disponer de un localizador que se encargue de leer cada uno de los registros a localizar, buscar la coincidencia de los mismos en los datos de referencia y finalmente crear el atributo de tipo geográfico por cada registro geocodificado conservando la tabla de datos asociada.

En *ArcGIS* el localizador de direcciones es creado en base a un estilo específico que dependerá de la información que se desee geocodificar y de los datos de referencia existentes, es decir, de la forma en que se encuentre representada la información en los atributos y la topología de los mismos.

Para este trabajo se decidió crear dos localizadores diferentes, uno para el caso de los ingresantes de la ciudad que los ubique en base a su dirección postal (calle y número), y otro para el resto de los ingresantes provenientes de otras localidades del país, que tenga en cuenta la localidad y provincia de procedencia.

Para los puntos en la ciudad se construyó un localizador que permita ubicar puntos para cada lado de la calle y luego fueron compuestos ambos localizadores. El estilo utilizado para la creación de los mismos fue el denominado *One Range* en *ArcGIS*, debido a que en los datos de referencia existe un rango para cada segmento de la calle.

Para el localizador de las ciudades se escogió el estilo *US Address-City State* y se escogieron los atributos *nombre de ciudad y provincia* de la tabla primaria para ser comparados.

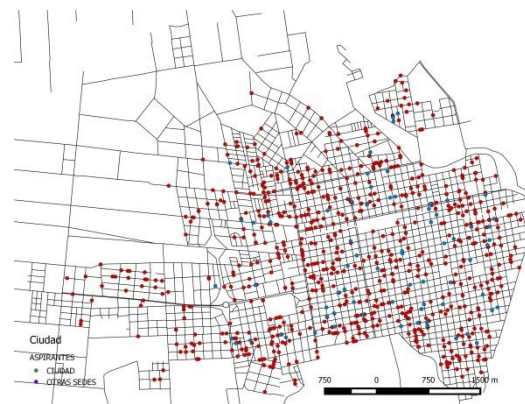
En ambos localizadores se configuraron los siguientes valores de parámetros para no disminuir la performance del proceso:

- *Rigor ortográfico de 80%*. Este parámetro permite controlar las variaciones de ortografía que admite el localizador cuando busca probables candidatos en los datos de referencia. Cuanto menor sea este valor más candidatos puntuará para la concordancia y el tiempo que tome el proceso de geocodificación se incrementará.
- *Puntuación mínima de candidato en 10*. Este valor es un umbral utilizado por el localizador en la búsqueda de posibles candidatos entre los datos de referencia. Las ubicaciones que obtengan una puntuación menor a este valor no serán mostradas.
- *Puntuación mínima de concordancia en 85*. Este valor permite controlar el nivel de concordancia de las direcciones con los posibles candidatos para que sean considerados válidos. Cuanto mayor sea este valor mayor será el nivel de confianza en el que se ubiquen las direcciones.
- *Conector de intersección Y*. Como se explicó anteriormente para considerar las direcciones expresadas por la intersección de dos calles es necesario configurar en el localizador todas las cadenas que debe reconocer como conectores.
- *Sistema de Referencia Espacial (SRID) de la salida*: Un sistema de referencia espacial es un conjunto de parámetros que se utiliza para representar una geometría. Estos parámetros son: el nombre del sistema de coordenadas del cual se obtienen las coordenadas; el identificador numérico que identifica de forma exclusiva al sistema de referencia espacial; coordenadas que definen la máxima extensión de espacio posible a la que se hace referencia mediante un rango determinado de coordenadas; números que, cuando se utilizan en ciertas operaciones matemáticas, convierten las coordenadas recibidas como datos de entrada en valores que se pueden procesar con máxima eficacia. Al definir el SRID será posible determinar la posición del objeto en el espacio. En este trabajo se georreferenciaron los puntos que representan a los alumnos ingresantes sobre la proyección 22175, que es la de uso común por los organismos oficiales de la provincia de Entre Ríos.

Una vez construidos los localizadores de puntos se importó en *ArcCatalog* el archivo con los registros de ingresantes y se procedió a la geocodificación de los mismos. Durante este proceso se analiza la dirección asociada a cada registro, se crean varias representaciones de la misma, se busca en el localizador ingresado, se establecen puntuaciones de concordancia, se filtra una lista de candidatos y, cuando la puntuación se encuentra dentro del intervalo establecido, se indica la entidad geocodificada.

### 4.3. Resultados obtenidos

Para el caso de los registros de la ciudad, para los cuales se utilizó la localización a nivel de domicilio, el proceso de geocodificación tuvo un 87% de éxito sobre el total de registros evaluados (*Figura 2*). Con los registros geocodificados se generó una capa de puntos que representa los alumnos ingresantes procedentes de la ciudad para el período 2008-2014.

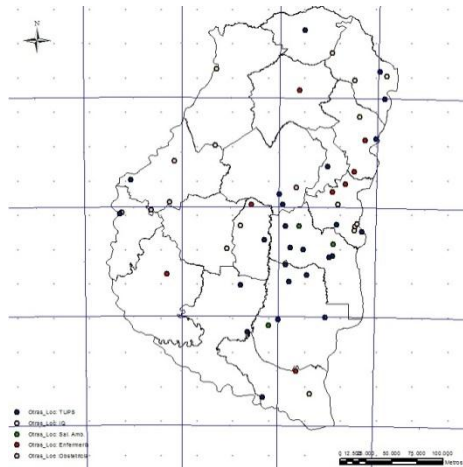


**Figura 2. Geolocalización a nivel localidad utilizando domicilios postales**

En la ejecución de la geocodificación de registros de alumnos procedentes de otras ciudades del país se obtuvo un 85% de éxito sobre el total de evaluaciones, a partir de las cuales se generaron varias capas:

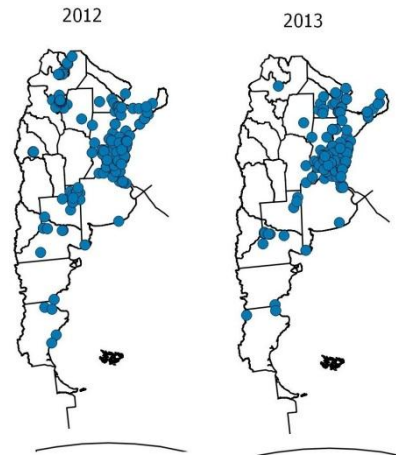
- Una capa de la provincia de Entre Ríos para el período 2008-2014 (*Figura 3*).
- Una capa de Entre Ríos con los ingresantes de cada año contemplado en el análisis.
- Capas que representan la distribución de aspirantes de todo el país según su año de ingreso para el período considerado (*Figuras 4, 5, 6 y 7*).



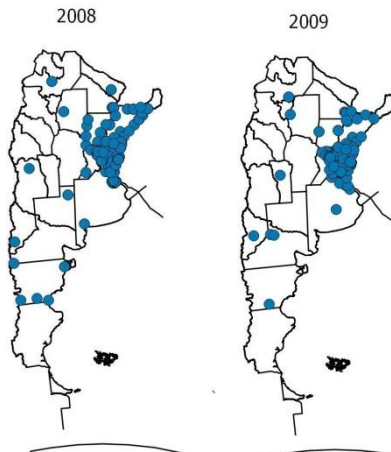


**Figura 3. Geolocalización a nivel provincial utilizando localidad de procedencia**

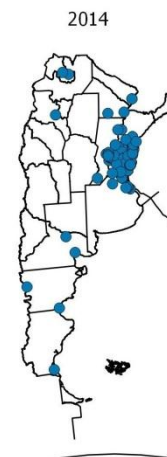
**Figura 5: distribución de ingresantes de todo el país para el período 2010-2011**



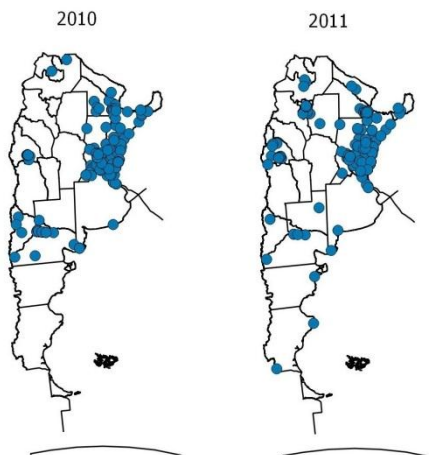
**Figura 6: distribución de ingresantes de todo el país para el período 2012-2013**



**Figura 4: distribución de ingresantes de todo el país para el período 2008-2009**



**Figura 7: distribución de ingresantes de todo el país para el año 2014**



Para completar el análisis se prevé la superposición de estas capas de alumnos ingresantes con la capa de centros de salud de todo el país. Esto permitirá analizar e identificar relaciones entre la distribución de los Centros de Atención Primaria de la Salud y Hospitales y los lugares de procedencia de los alumnos ingresantes de la institución en estudio como así también establecer contacto con las instituciones de salud para que los futuros egresados puedan realizar prácticas profesionales en las mismas.

## 5. Discusión

La ejecución de este trabajo fue posible gracias a la conjunción de una serie de factores fundamentales en el desarrollo de una actividad de este tipo, como

son: la existencia de un equipo de trabajo multidisciplinario del que participaron especialistas en Bases de Datos, Teledetección y Sistemas de Información Geográfica; la disponibilidad de la información de los alumnos ingresantes de la institución universitaria, de capas de información geográfica que pudieron utilizarse directamente o que pudieron ser actualizadas para realizar el trabajo, del apoyo de las autoridades universitarias en la realización de la tarea comprendiendo los beneficios que representarían los resultados; y la disponibilidad de las herramientas SIG y de bases de datos. Una ventaja de este trabajo es que la información puede actualizarse muy fácilmente, permitiendo también la actualización de las capas de información en los próximos años, con lo que podría también evaluarse la efectividad de las nuevas decisiones que se tomen al planificar y/o modificar las estrategias de difusión y promoción de las carreras de grado y posgrado que ofrece esta institución.

## 6. Conclusiones

Mediante la utilización de Sistemas de Información Geográfica ha sido posible la generación de una herramienta que facilite a las autoridades de una institución universitaria el análisis de la información relacionada con la procedencia de los alumnos que asisten a la misma para obtener una titulación de grado o posgrado, permitiendo esto determinar si las actividades de difusión realizadas en distintas zonas de la región y del país han sido productivas y además, poder determinar la existencia de otros factores que hacen que un alumno opte por realizar su formación universitaria en determinada área de estudio.

El proceso de análisis de las capas de datos generados está comenzando, por lo que la determinación de factores determinantes en la elección de carreras universitarias de alumnos de la ciudad y la zona estará disponible en los próximos meses.

## 7. Referencias

- [1] Rigaux, P., Scholl, M., & Voisard, A. (2001). Spatial databases: with application to GIS. Morgan Kaufmann.
- [2] Sistemas de Información Geográfica. Víctor Olaya. [http://wiki.osgeo.org/wiki/Libro\\_SIG](http://wiki.osgeo.org/wiki/Libro_SIG). Versión 1.0. Rev. 25 de noviembre de 2011
- [3] Brisaboa, N. R., Lema, J. A. C., Fariña, A., Luaces, M. R., & Viqueira, J. R. Sistemas de Información Geográfica: Revisión de su Estado Actual.
- [4] Câmara, G., Monteiro, A. M., Fucks, S. D., & Carvalho, M. S. (2009). Spatial analysis and GIS: a primer. National Institute for Space Research. Brazil.
- [5] Manolopoulos, Y., Papadopoulos, A. N., & Vassilakopoulos, M. G. (Eds.). (2005). Spatial databases: technologies, techniques and trends. Igi Global.
- [6] Sitio web del Instituto Geográfico Nacional. <http://sig.ign.gob.ar/>
- [7] Sitio web ArcGIS <http://www.esri.com/software/arcgis>