

CAPTURA DE DATOS Y PROCESO DE PRODUCCION DE CARTOGRAFIA EN EL INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL

VARGAS, Elisabet Cintia¹; DE OTO, Lucas Hernán ¹

Colaboradores: **PIETRANGELO, Laura¹; CASTELLARO, Horacio¹**

¹Instituto Geográfico Nacional, Dirección General de Servicios Geográficos
evargas@ign.gob.ar ; ldeoto@ign.gob.ar

RESUMEN

El Instituto Geográfico Nacional se ha dedicado históricamente a la producción de cartografía en formato papel sobre escalas medias: 1:50.000, 1:100.000; 1:250.000. También se ha producido cartografía a escala 1:500.000, diversos mapas con formatos especiales y cartografía de imagen a todas las escalas mencionadas. En los últimos años, en sintonía con el avance de las tecnologías informáticas, la generación, publicación y distribución de la cartografía se realiza en plataformas virtuales, además de las tradicionales impresiones en papel. Esta nueva forma de generación de la cartografía refleja también el impacto de la aplicación de las nuevas tecnologías en todo el proceso de producción de información geoespacial desde la instancia inicial de captura de dato, con los nuevos sistemas aerofotogramétricos y durante todo el procesamiento que se realiza en gabinete para su posterior publicación en diferentes formatos impreso y digital, esta última de alta relevancia en el contexto actual de sociabilización de la información interinstitucional con el advenimiento de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDEs).

Palabras Clave: cartografía, captura de datos, fotogrametría, bases de datos geográfica, Instituto Geográfico Nacional.

DATA CAPTURE AND CARTOGRAPHY PRODUCTION PROCESSES AT THE NATIONAL GEOGRAPHIC INSTITUTE

ABSTRACT

The Argentine National Geographic Institute has historically devoted to the publishing of cartography in paper format at 1:50,000, 1:100,000, 1:250,000 scales, together with the 1:500,000 scale with special formats, including satellite images of all the previously mentioned scales.

In the last years, in line with the development of computer technology, the generation, publishing and distribution of cartography is being performed in virtual platforms, together with the traditional paper ones.

This new way of cartography generation also reflects the impact of implementing the new technologies throughout the whole process of geospatial information production from the very beginning - data capture- followed by the new aerophotogrammetric

systems, and the whole office work processing. After these steps are completed, it is published in different media: hard copy and electronic; being the last one specially relevant in the sharing of current interinstitutional information after the appearance of the Spatial Data Infrastructures (SDI)

Key words: cartography, data capture, photogrammetry, geographical database, National Geographic Institute.

Introducción

El Instituto Geográfico Nacional, como organismo rector en materia cartográfica y geodésica de la República Argentina es el encargado de elaborar la cartografía básica del país. En este sentido, el organismo ha producido históricamente cartografía topográfica en formato papel a escalas medias y diversos productos con formatos especiales. En los últimos años, el avance de las tecnologías informáticas aplicadas al ámbito de las geociencias, ha modificado profundamente los conceptos de captura, gestión y publicación de la información geográfica.

La cartografía en formato digital y los servicios de mapas en la web han experimentado un crecimiento explosivo y constituyen actualmente el núcleo conceptual de todo el proceso productivo.

Desde la instancia inicial de captura del dato y durante todo el tratamiento posterior que se realiza en gabinete, la información geográfica se gestiona pensando en términos de su utilización e intercambio en entornos virtuales.

El presente artículo explica este proceso de producción y publicación de información geográfica describiendo brevemente cada una de las distintas etapas que contempla.

Definición del área de trabajo

El proceso de generación de información geográfica de un área en particular, se pone en marcha a partir de un proyecto de trabajo concebido desde la Dirección de Planeamiento de la institución. Para la definición de nuevos proyectos cartográficos se contemplan diversos factores priorizando aquellas áreas donde la cartografía antecedente es inexistente o muy antigua, o donde se registra gran dinamismo demográfico o social o existe algún requerimiento específico desde algún organismo oficial.

Captura de datos

Una vez definida el área de interés, comienza la etapa de captura de objetos geográficos que integra tareas de restitución fotogramétrica realizadas en gabinete y relevamiento de información llevada a cabo en el terreno.

Vuelos fotogramétricos

El objetivo de los vuelos fotogramétricos es obtener ortofotos actualizadas de la zona a cartografiar que constituyen el insumo inicial para la confección de la cartografía básica.

El IGN cuenta desde el 2011 con un Sistema Aerofotogramétrico Digital, que consta de una cámara fotogramétrica digital que se instala en el fuselaje de un avión junto con una Unidad de Medida Inercial (IMU por sus siglas en inglés), y un equipo de medición GNSS que da la posición y orientación a cada corrida fotográfica en cada instante. El avión sobrevuela la zona a cartografiar a altura y velocidad constantes. Para que la cobertura sea completa, se vuela el área de interés en una serie de franjas paralelas, equidistantes y con una determinada superposición longitudinal (en la dirección del vuelo) y transversal (entre las corridas), a lo largo de las cuales la cámara toma fotografías de manera continua.

La zona de solape entre las fotos es entonces capturada desde dos puntos de vista ligeramente diferentes. Al observar estas fotos en forma simultánea con un instrumento denominado estereoscopio, es posible ver la zona de superposición en forma tridimensional. Para fotografiar áreas urbanas de importancia, se utilizan imágenes con píxeles de 20cm; para bloques más extensos, el pixel es de 50cm.

Las imágenes obtenidas son posteriormente sometidas al llamado proceso de aerotriangulación, a través del cual se asignan coordenadas planimétricas y altura respecto al nivel medio del mar a todos los objetos fotografiados. Para llevar a cabo este proceso se utiliza información procedente de la propia cámara fotográfica y mediciones realizadas directamente en el terreno.

Restitución fotogramétrica

El objetivo de la restitución fotogramétrica es el levantamiento de la planialtimetría del terreno a una determinada escala y el acotamiento de puntos significativos del mismo. Este trabajo de restitución es intrínsecamente lento y semimanual, debido a la gran cantidad de información que se visualiza en fotografías de alto detalle. En esta etapa resulta crucial poder definir claramente los objetos a capturar, cómo se ven, cómo deben levantarse, con qué criterios, para qué y con qué finalidad. Todas estas cuestiones se encuentran detalladas en un compilado de especificaciones técnicas para la captura de datos geográficos, internamente denominado *Manual de Captura del Operador*.

Para realizar la restitución fotogramétrica se utiliza un software particular donde se cargan las orientaciones de las imágenes en el momento de su toma, datos de las mismas y los parámetros de la cámara digital

La visión en 3D se obtiene por medio de unas gafas especiales que permiten formar el modelo tridimensional del par de imágenes visualizadas simultáneamente en pantalla. Los equipos de restitución fotogramétrica cuentan actualmente con dos ma-

nivelas para desplazarse en sentido latitudinal y longitudinal en todo el bloque de imágenes cargadas. Para el movimiento en sentido vertical, cuenta con un disco pedal giratorio que le permite acercarse o alejarse del terreno un círculo denominado “punto flotante” o “estilóptico”. En el instante en que el punto flotante se apoya en el terreno, se lee la altura del mismo respecto del nivel medio del mar. A fines del presente año, el IGN planea adquirir nuevas estaciones equipadas con dispositivos apuntadores de alta complejidad y precisión, concebidos específicamente para tareas de restitución (*topo-mouse*) que realiza las mismas funciones que las manivelas y pedales.

La fotogrametría digital permite la generación automática y semiautomática de otros productos fundamentales en el proceso de producción cartográfica: modelos digitales de terreno (MDT), curvas de nivel y ortofotos. En el IGN se emplean las técnicas más modernas disponibles actualmente para obtener estos productos.

Un MDT es una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar, que permite caracterizar las formas del relieve y los elementos u objetos presentes en el mismo. El MDT se genera utilizando un software específico (*Match-T*) en el cual se ingresan diversos detalles directrices del terreno previamente restituidos: red hidrográfica, puntos acotados, líneas de quiebre del terreno, barrancas y áreas. Mediante la correlación de imágenes, el software crea una nube de puntos acotados. A continuación genera una grilla cuyas dimensiones deben especificarse y por medio del proceso de interpolación obtiene coordenadas planialtimétricas de los vértices del grillado y a partir de éste y también por interpolación obtiene curvas de nivel.

Una ortofoto, es una fotografía aérea corregida geoméricamente. Este proceso se denomina *ortorectificación o rectificación*, y consiste en eliminar las distorsiones geométricas y de escala inherentes a las imperfecciones del sensor, variaciones topográficas de la superficie terrestre y curvatura de la tierra. Una ortofoto presenta una proyección ortogonal sin efectos de la perspectiva lo que permite realizar mediciones exactas; combina los detalles de una foto con las propiedades métricas de una carta o mapa. Para completar este proceso, es necesario contar con un MDT y los parámetros de orientación inicial. La rectificación se realiza automáticamente con ayuda de un software (*Summit Evolution*).

Una vez obtenidas las ortofotos que cubren un determinado sector del terreno, se realiza un ensamblaje de las mismas obteniéndose un *mosaico de ortofotos*.

Interpretación y nomenclatura

La etapa de captura de información geográfica incluye la visita de técnicos a la zona a cartografiar para obtener en el terreno datos necesarios para actualizar la planimetría y toponimia. El departamento de Interpretación y Nomenclatura lleva adelante esta etapa de la captura utilizando tecnología GPS y SIG. Previo a la campaña se recopila y analiza cartografía antecedente y documentación proveniente de fuentes identificadas como válidas, referidas al área de interés, identificando información fal-

tante, desactualizada o no verificada que será de tratamiento prioritario durante el levantamiento de campo.

Durante el trabajo de campaña los técnicos vuelcan sobre el mosaico de ortofotos georreferenciado la información planimétrica y toponímica requerida.

Una vez finalizado el relevamiento de campo, la planimetría actualizada es enviada al departamento de fotogrametría, donde se utiliza para validar y eventualmente ajustar la información previamente restituida.

Integración de la información a la Base de Datos Institucional

Una vez finalizada la etapa de captura de la información geográfica, esta es integrada a la base de datos geográfica institucional que permite asociar diversos atributos de interés a los vectores generados. Esta base de datos geográficos constituye el núcleo del proceso de producción cartográfica, la herramienta fundamental de integración y gestión de la información geográfica capturada.

Los archivos vectoriales generados en el proceso de restitución fotogramétrica son transformados a un formato específico y se asocia a cada objeto geográfico la información correspondiente obtenida durante el trabajo de campaña que es revisada, completada y controlada en gabinete.

La base de datos geográfica del IGN es una base de tipo relacional que utiliza el modelo lógico orientado a objetos geográficos. Este modelo permite una mayor flexibilidad a la hora de incorporar tipos más complejos como los geométricos y resulta por tanto el más adecuado para la gestión de datos geográficos. El trabajo en un entorno de base de datos corporativa presenta una serie de ventajas muy relevantes, tales como la definición de roles de usuarios, el manejo de permisos, elementos para garantizar la integridad referencial, herramientas para gestionar integralmente los datos, etc.

En este caso se agregan también las ventajas de una base de datos orientada a objetos, que a diferencia del trabajo con capas de datos geográficos independientes, permite la modelización de verdaderos objetos geográficos. Entre las particularidades de los objetos geográficos, además de la definición de variables temáticas, se agregan los comportamientos, tanto a nivel atributivo como en cuanto a su comportamiento topológico, y roles que puede asumir en una red geométrica. Además, los objetos geográficos se agrupan en clases, de las cuales heredan características y comportamientos.

El trabajo se realiza bajo un esquema de versionamiento de las ediciones que brinda las condiciones para realizar una gestión integral de la producción de los datos geográficos que articula todas las áreas de producción del Instituto, incluyendo instancias de control y validación de la producción. Esto permite establecer flujos de trabajo que desembocan en una multiplicidad de productos y servicios surgidos de la misma base de datos, tales como la producción de documentos cartográficos, publicaciones especiales, servicios OGC, aplicaciones de mapas navegables en la web, descarga de datos geográficos, etc.

Empleo de la información geoespacial: cartografía digital e impresa

Cartografía digital

La información disponible en la base de datos institucional del IGN es publicada en formato digital por medio de diferentes productos y servicios.

El IGN incursiona desde el año 1997 en área de los Sistemas de Información Geográfica, con la producción del entonces denominado “SIG-250” nombre asignado por tratarse de información con escala de captura 1:250.000, sus capas temáticas contenían información geográfica extraída de la cartografía oficial producida por el organismo. Este producto fue el resultado de la labor del Instituto realizada en el marco del Proyecto de Apoyo al Sector Minero Argentino (*PASMA*). El proceso consistió básicamente en la conversión de la cartografía en formato CAD al formato SIG.

Este conjunto de datos se ha constituido en la base cartográfica de la información temática de organismos del estado Nacional, Provincial y de la comunidad en general. Su principal característica consistía en ser la única información de cobertura continua nacional (227 hojas a escala 1:250.000) referenciada en coordenadas geográficas en el Sistema WGS 84, Marco de Referencia POSGAR 94.

Desde su creación este conjunto de datos ha sido modificado y actualizado permanentemente. Continuando con el desarrollo del Sistema e implementando modernas técnicas de geoprocésamiento, el IGN ha actualizado y migrado su información a un formato de base de datos alfanumérica, generando las condiciones para el desarrollo de una Infraestructura de Datos Espaciales Institucional (*IDE IGN*), que responde a estándares internacionales.

La IDE del IGN facilita hoy la producción, estandarización, interoperabilidad y publicación de la información geoespacial del organismo, estableciendo el marco de trabajo propicio para su articulación con la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (*IDERA*).

Las diferentes capas que componen el SIG-250 pueden ser visualizadas y descargadas en formato *shape* desde el portal del IGN.

Ajustándose a las Normas y Estándares Internacionales, el IGN ofrece también su Base de Datos Geográfica a través de la publicación de los servicios web WMS y WFS conforme a los estándares del Open Geospatial Consortium.

Cartografía impresa

Al igual que siempre, el IGN continúa igualmente publicando cartografía impresa. La función principal de la Dirección de Cartografía es la edición cartográfica a diferentes escalas (orientado a escalas 1:50.000 y 1:100.000). La norma superior que rige la actividad es el Manual de Signos Cartográficos cuya última versión fue publicada en el año 2010.

El trabajo de edición se realiza con la ayuda de un software específico (*CAD Microstation*). Para ello, la información contenida en la base de datos geográfica debe ser transformada nuevamente a un formato particular soportado por este entorno. La edición cartográfica consiste en asignar a cada objeto geográfico y sus atributos de interés (topónimos, cotas) la simbología correspondiente de acuerdo a lo establecido por el Manual de Signos Cartográficos. En esta instancia se integra también toda la información marginal correspondiente a la carta editada que fue generada en diversos sectores del instituto

Una vez terminado el proceso de edición, la carta es sometida a una instancia de control final para ser luego impresa y presentada a las autoridades del organismo para su aprobación definitiva. Finalmente, el archivo es enviado en nuevo formato a los talleres gráficos para su impresión y se deja en resguardo la información digital en Archivo Técnico.

La cartografía impresa no se agota con las cartas topográficas a escalas medias. Desde hace algunos años se vienen desarrollando una serie de productos de cartográficos en formato especiales. Es el caso del Atlas Argentina 500 K, que cubre la totalidad del territorio nacional a escala 1: 500.000 en formato topográfico y de imagen satelital. En la misma línea se editó recientemente el Atlas 100 K de Tucumán, que cubre ese territorio provincial en su totalidad a escala 1:100.000, también en formato topográfico y de imagen satelital. A futuro se prevé realizar atlas similares para otras provincias a escalas similares y se incursiona también en el área de la cartografía turística.

Cartografía de Imagen y ortofotocartas

El proceso de generación de la ortofotocarta se lleva a cabo en forma paralela al proceso de producción cartográfica.

A partir de las ortofotos procesadas en todos sus niveles y ya georreferenciadas se procede a armar el mosaico de ortofotos de toda el área destinada a cartografiar. A partir de este mosaico se realizan los recortes a igual dimensión y escala que las cartas topográficas del proyecto para la obtención de las *ortofotocartas*.

Los editores de las ortofotos reciben un ploteo con el recorte del mosaico de fotografías con la selección de la toponimia, correspondiente a cada carta, que fue seleccionada por los profesionales en geografía que controlan y seleccionan la información que se encontrará en cada ortofoto, la misma debe ser una selección cuidada y mínima de la información debido a que la finalidad de este producto es la información visual que trae la fotografía.

Con la ortofoto y la información toponímica se editará la ortofotocarta. Este proceso se realiza utilizando programas de edición gráfica, agregándole además la adecuada información marginal que permitirá una correcta lectura del producto, sea a través de leyendas con recortes de imágenes información de la toma de la foto, fecha de edición y ubicación relativa de la carta.

Una vez finalizado el proceso de edición, se envía el archivo a los encargados del control para su revisión y aprobación, tras lo cual se debe enviar el archivo en un formato compatible que permita su impresión en formato papel.

Innovación en el proceso de producción cartográfica

A lo largo del año 2014 el IGN se encuentra trabajando en la definición de un *Catálogo de Objetos Geográficos*, que consiste en un documento basado en una norma internacional, en donde se definen los rasgos del territorio que son tenidos en cuenta para la elaboración de la información geoespacial. Junto a la determinación de la definición y estructura de los objetos geográficos, también se trabaja en el establecimiento de criterios para la captura de la información geoespacial, que regirá las actividades de las diferentes áreas técnicas del Instituto.

Una vez aprobado el Catálogo de Objetos Geográficos, se procederá a la implementación del mismo a través de la reestructuración de la base de datos institucional.

Como producto de estas adecuaciones a las normas internacionales, se deberá trabajar en un nuevo documento para la reglamentación de los signos cartográficos a emplear en los diferentes productos y que tenga en cuenta la diversidad de los nuevos soportes empleados para la distribución de la información geográfica.

Está planificado implementar cambios en ambos extremos de la línea de producción de cartografía a lo largo del año 2015, tendientes a la integración de todos los procesos en un mismo entorno de base de datos institucional. Por un lado, se incorporarán nuevas estaciones de restitución que permiten que las ediciones de los operadores impacten de manera inmediata en la base de datos. Mientras que en la fase final del proceso, se implementarán procedimientos de automatización de la producción del insumo para la edición cartográfica. Esto implicará un gran incremento en la productividad, y un importante avance en la articulación entre las diferentes áreas de producción.

Conclusión

El proceso actual de producción cartográfica refleja un giro conceptual respecto al significado y uso de la información geoespacial. Históricamente hablar de producción en el IGN era sinónimo de metodología de producción cartográfica cuyo objetivo final era la obtención de una carta topográfica impresa.

Hoy en cambio, hablamos de producción de geoinformación en un sentido mucho más amplio: desde las potencialidades de los nuevos sistemas aerofotogramétricos, base de captura de la información espacial, hasta los softwares específicos para su procesamiento y las plataformas virtuales para su publicación e intercambio. La adopción de este nuevo paradigma implica profundas diferencias con las metodologías tradicionales del IGN y genera constantemente nuevos desafíos para técnicos, profesionales y directivos.

El enorme volumen de información obtenida a partir de fotografías aéreas que, gracias a su resolución, poseen un alto nivel de detalle, junto con la posibilidad de trabajar en los colores visibles e infrarrojos, aumenta exponencialmente la posibilidad de obtener más datos del terreno y con mayor precisión.

La metodología tradicional de captura de datos para cartografía ya no se amolda a este nuevo nivel de información. La captura requiere hoy nuevas metodologías y definiciones basadas en una adecuada interpretación de imágenes y por otra parte, diferente tipo y mayor nivel de capacitación de los operadores y profesionales que van a trabajar con los datos. Uno de los proyectos en los que se trabaja actualmente es la creación del Catálogo de Objetos Geográficos donde se definen cada uno de los elementos a levantar en una restitución, con definiciones claras y precisas, teniendo en cuenta todos los aspectos naturales y antrópicos. Este catálogo se trabaja en forma simultánea con el Manual de Captura que permite a los operadores de restitución conocer qué objetos y cómo distinguirlos geoméricamente para poder capturarlos.

Con la información capturada se busca la exhaustividad en cuanto a la representación de los elementos presentes en el terreno. La cartografía tradicional si bien pretendía representar sobre el papel las características fundamentales del terreno, nunca ha pretendido ser exhaustiva debido a la jerarquización de la información y a la propia semiología cartográfica, que no permite sobrecargar con simbología una carta que perdería entonces su objetivo principal: representar claramente las características básicas del territorio. La finalidad de capturar toda la información disponible es incorporarla a una base de datos que tenga múltiples utilidades más allá de las cartográficas, que permita compartirla con otros usuarios e integrarla a plataformas comunes con el objetivo de alcanzar una caracterización geográfica exhaustiva del territorio nacional.

Referencias

Texto Original de los Autores y Colaboradores en base a entrevistas con técnicos del sector respectivo.

Portales citados en el Texto:

www.ign.gob.ar

www.argentina500k.gob.ar

www.tucuman100k.gob.ar