

# Sobre la evolución de la cartografía en las últimas décadas. Escalas medias

*Fco. Javier González Matesanz*

Subdirector General de Geodesia y Cartografía, Instituto Geográfico Nacional

REVISTA **MAPPING**

Vol. 29, 200, 74-81

marzo-junio 2020

ISSN: 1131-9100

La explosión de dispositivos móviles con capacidades de geolocalización y, la eterna necesidad del ser humano de saber dónde está y cómo dirigirse a determinados puntos de interés es ya una realidad. Sin embargo, por trivial que nos parezca que todo está hecho, toda la cartografía de la que disponemos proviene de una larga evolución de las tecnologías y una constante adaptación a las necesidades y expectativas de los usuarios o clientes. Sin embargo y, muy probablemente debido a que el uso es mucho mayor pero de tiempo limitado, es muy común no diferenciar entre lo que son meros datos simbolizados y cartografía. Sin desechar el uso de ninguna de las dos, este artículo pretende mostrar la evolución de un bonito problema cartográfico, las escalas medias 1:25.000 y los retos técnicos que plantean como escala nacional.

## INTRODUCCIÓN, MARCO GENERAL

Entender la evolución de la cartografía dentro de las Administraciones Públicas implica interiorizar que toda evolución está ligada a los avances tecnológicos y los cambios que ellos generan, pues no somos más que prestadores de servicios a los ciudadanos y nos debemos siempre al interés general. De este axioma de partida nace la diferenciación entre la responsabilidad asumida (función) y la ejecución propiamente dicha (tarea). Por ello, la función o las responsabilidades son estables en tanto y cuanto existe el interés general que las sustenta, mientras que, la forma de satisfacer estas funciones a través de las tareas varía por los contextos, la tecnología u otro tipo de contingencias, pero también por el personal que las ejecuta, su experiencia, conocimiento, destreza o actitud. La diferenciación función-tarea es la base de partida de cualquier Administración y siempre se debe tener presente que la función es el compromiso que la Administración asume con relación a alguna necesidad de un cliente, o más comúnmente usuario, que lo es por alguna competencia legalmente asumida. De esta

responsabilidad se deduce el manido concepto de oficial, que no es otra cosa que el calificativo con el que se denominan los productos y servicios que una Administración tiene encomendados en su mandato legal, competencia imperativa y, por tanto, de esa legitimidad emanan sus funciones realizadas a través de multitud de tareas que mutan constantemente.

En este sentido y en el caso del Instituto Geográfico Nacional, uno de los mandatos fundacionales de hace ya 150 años es la cartografía del Estado.

## LAS DIMENSIONES DE LA CARTOGRAFÍA. SU DEFINICIÓN

No es posible entender adecuadamente un problema, ni tan siquiera la propia definición de cartografía que se actualiza constantemente, sin desglosar en dimensiones el problema que se desea estudiar, en este caso la cartografía. Para ello, y a lo largo de este artículo, aludiré a las siguientes dimensiones: fuentes de entrada, entorno o proceso de producción, forma de actualización, métodos de difusión, contexto socio tecnológico y clientes o usuarios con sus necesidades y expectativas.

Definiciones de cartografía hay tantas como mapas:

- La ciencia aplicada que se encarga de reunir, realizar y analizar medidas y datos de regiones de la Tierra, para representarlas gráficamente con diferentes dimensiones lineales
- La disciplina relacionada con la concepción, producción, diseminación y estudio de los mapas
- La Técnica de trazar mapas o cartas geográficas
- La Ciencia que estudia los mapas y cartas geográficas y cómo realizarlos
- La Práctica de hacer mapas, así como el estudio de los mapas
- El arte, la ciencia y la tecnología de expresar gráficamente, a través de mapas, gráficos, modelos tridimensionales y globos, las características físicas conocidas de la tierra o de cualquier cuerpo celeste, a cualquier escala
- etc.

En realidad, la cartografía es un proceso de comunicación o semiología gráfica y, esa es la verdadera responsabilidad del «cartógrafo», comunicar. Todo parte de una selección de aquellos objetos que interesa representar de acuerdo a un fin concreto, elección de un tipo de cartografía determinada, a continuación se realiza una abstracción y, una necesaria simbolización lo más coherente posible con la tipología del mapa que se pretende realizar. Esta verdadera naturaleza de lo que implica la cartografía es hoy en día más que aplicable pues, en la gran mayoría de los casos se pretende equiparar una vulgar visualización de datos a esta. Es, por tanto, recomendable, de nuevo, ser conscientes de lo que significa la cartografía (la función) y de cómo se realiza esta (tarea) sin que la última pervierta la verdadera naturaleza de la misma.

Ya incluso en pretéritos tiempos del esgrafiado, que sin quitar ningún mérito más que merecido supusieron una revolución en su día y, por supuesto como todo cambio sufrió las más agrias críticas en tanto y cuanto se priorizaba la velocidad de producción «sacrificando la calidad». Esta frase, «sacrificando la calidad» podríamos considerarla también tan inmutable como las funciones anteriormente definidas. Así mismo, el propio «oficio» que estos primeros tiempos requería (destrezas y conocimientos) paulatinamente se va sustituyendo por la automatización a través de pequeños ordenadores de sobremesa.

## LOS TIEMPOS DE LOS CAD (COMPUTER AIDED DESIGN)

A finales de los años ochenta y muy a principios de los noventa, la forma de elaborar la cartografía se basaba en fuentes de entrada que procedían de restitución fotogramétrica de pares analógicos en blanco y negro. Esta restitución que, posteriormente y dado que es totalmente imposible categorizar los objetos geográficos (mal llamados fenómenos en ocasiones pues le resta mucha abstracción) simplemente a partir de un par estereoscópico, se tenían que realizar los debidos trabajos de campo para dar lugar a un original formado, o documento de formación. Posteriormente, se esgrafiaba sobre un soporte plástico cubierto por una fina película realizando ese proceso de simbolización cuidadosos y expertos delineantes para, finalmente, enviar a imprenta donde a su vez existían multitud de procesos de reproducción cartográfica.

Es evidente y encomiable las destrezas que se necesitaban para realizar el esgrafiado pues los márgenes

para rectificar cada uno de los documentos eran mínimos. Por citar únicamente un ejemplo, el personal de restitución pasaba su primer año de trabajo «en formación» antes de entrar verdaderamente a producción. Ese elenco de técnicos aunaba un enorme talento tanto cartográfico como artístico, destrezas ambas muy difíciles de encontrar hoy en día en una sola persona.

Cabe también reseñar algo curioso que hoy en día bien puede sorprender, el concepto de «reproducción cartográfica» o «impresión cartográfica», si la imprenta se inventa en 1440. ¿Cómo es posible que se tenga tal consideración de «cartográfica» a algo que resulta más que inventado? Nada más lejos de la realidad, en aquellos tiempos y todavía hoy, la impresión y reproducción de grandes formatos en soportes físicos con multitud de elementos (de trama, de línea...) y con calidad métrica requieren de una especialización, maquinaria e incluso de laboratorios propios de calidad que enmudecerían una imprenta común. Si bien es cierto que la necesidad del usuario en la actualidad no es la métrica, medir sobre un mapa, y todo puede soslayarse con impresoras digitales existentes en la actualidad, no lo fue así hasta hace apenas una década, por lo que ese calificativo de «cartográfica» a la imprenta era más que merecido, un emblema de superior categoría.

En ese momento, la difusión y la unidad de trabajo era la hoja del mapa, los tiempos de producción eran largos y la propia dinámica del territorio permitía sin demasiados problemas absorber estos inconvenientes.

Ya a principio de los años noventa y en forma de pequeña disrupción aparecieron los primeros ordenadores personales. Si bien la tecnología ha sido algo que de forma muy natural ha acompasado muchas de las tareas del Instituto Geográfico Nacional (IGN), no en vano el primer Sistema de Información Geográfica en el IGN data de principios de los años setenta, la informática no había calado como un verdadero aliado en los procesos productivos y, todavía estaba limitada a reducidos servicios denominados de «cartografía automática» en la que sesudos ingenieros se afanaban por proporcionar resultados.

Realmente, lo que faltaba era «industrializar» los procesos y no fue hasta mediados de los años noventa cuando se empezaron a crear entornos de producción robustos y fiables. Muchos de esos entornos perduran hasta nuestros días con pequeñísimas adaptaciones pues, mejorarlos incluso con la tecnología actual es complicado. Es entonces cuando los documentos se transforman en archivos, el margen de maniobra en caso de enmienda se amplía enormemente y con un

entorno industrial desarrollado personalizando un CAD como microstation se consigue disparar la producción de hojas de mapa.

Estos entornos de producción permitieron industrializar los procesos y, por ende, formalizarlos para permitir incluso su externalización, transformando también las necesidades de personal muy cualificado en actividades que tienen más que ver con un oficio que con un técnico, y que fueran cada vez menos necesarias. Aparece, entonces, el concepto de control de calidad como «puntos de control» en determinadas fases del proceso, esta vez de manera efectiva y práctica (sin tanta dependencia del autor concreto del mapa), es decir, más próximo a los conocidos axiomas de Kaoru Ishikawa.

Es por tanto la industrialización de los entornos y la disponibilidad de ordenadores de bajo coste lo que hace posible multiplicar exponencialmente las hojas producidas. Sin embargo, las cadenas de producción seguían prácticamente intactas, aunque industrializadas y automatizadas en la medida de lo posible. Todo continuaba igual: restitución {vuelo, apoyo, aerotriangulación}-formación-edición-impresión; la producción se seguía realizando por hojas y la difusión también. Sin embargo, esto cumplía las expectativas de los usuarios.

En el terreno de la impresión ya empezaban a colapsar varios puntos de los flujos de imprenta, la filmación directa de positivos a través de filmadoras informatizadas permitió eliminar gran parte de la fotocomposición. Posteriormente llegarían los Computer to Plate dejando a su vez aquellas filmadoras obsoletas.

## LOS AÑOS 2000, LA APARICIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

A medida que los sistemas de producción basados en CAD iban madurando, empezaban a evidenciarse también sus limitaciones. Para comenzar, se utilizaban software de inmensas capacidades y primitivas de trazado únicamente en un 10-15% de lo que estos podían realizar. Esto se debe simplemente al hecho de que se habían personalizado programas que estaban concebidos para mucho más que el trazado de un mapa. Por otra parte, todo se basaba en gestionar archivos, de configuración, de restitución, de formación, de edición, tablas de códigos ..., evidentemente, a medida que la producción aumentaba el galimatías

de ficheros y su versionado era cada vez más difícil.

Por otra parte, no dejábamos de tener ficheros con diferentes primitivas geométricas pero sin apenas capacidad de relación entre sí más que una mínima topología de conectividad, adyacencia y superposición, lo cual hacía que desarrollar procesos de generalización entre escalas fuera muy complicado y poco efectivo. Es más, aunque el entorno de producción trataba de garantizar la coherencia de todo el fichero, posteriormente culminado con un buen control de calidad, era más que probable que tuvieran fallos porque el fichero más que analítico era «visual» y si la impresión final era correcta este se daba por bueno. No se había integrado el concepto de análisis espacial en la producción de mapa.

Además, la producción por hojas resultaba ineficiente, algo que a todas luces resulta obvio, como que cuando acabas la última hoja de una serie la primera está ya desactualizada y se producen «cortes» de actualización por hojas, lo que empezaba a ser un problema. Todos los intentos de aumentar la velocidad de actualización o incluso actualizar por bloques solucionaban únicamente de forma parcial el problema.

En ese momento aparecen, de forma práctica pues ya hemos dicho que en el IGN existen prácticamente desde los años setenta, los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Es necesario resaltar el «de forma práctica» pues había que llevar al terreno alguno de los mitológicos conceptos que rodeaban a esta tecnología, como que eran sistemas que podían responder incluso a preguntas que no habíamos ni tan siquiera pensado. Como toda evolución tecnológica, esta también tenía ventajas e inconvenientes, la clave siempre está en que el balance entre los beneficios y las pérdidas sea adecuado.

Al comparar los entornos provenientes de CAD a los de SIG se comprobó algo evidente para todos, únicamente se necesitan tres primitivas geométricas: el punto, la línea y la superficie. Toda la potencia de los sistemas CAD en cuanto al manejo de elementos geométricos: splines, curvas de Bezier, elipses, superficies complejas etc., era innecesaria, jamás se había utilizado de hecho o, quien por error lo hiciera los entornos de producción y los controles de calidad lo habían detectado y enmendado. Con estas simples tres primitivas era totalmente factible mantener coherencia espacial entre objetos, esto es, la topología, y el software vigila el cumplimiento de estas primitivas geográficas por principio. Habíamos solucionado el problema de poder realizar un verdadero análisis espacial y, por ello incluso ser capaces de generalizar «automáticamente».

Sin embargo, todo cambio exige ciertos sacrificios. Aunque disponíamos de un entorno informático más adecuado para realizar cualquier cartografía o base de datos topográfica, la facilidad de los sistemas CAD a la hora de capturar o editar elementos aquí, en los SIG, se tornaba infernal. Por si fuera poco, aquellos ficheros locales se habían convertido en bases de datos alojados en un lugar de la red bajo la eterna promesa de que «todos podemos conectarnos y funcionar contra una base de datos». En términos prácticos, conectarse remotamente a una base de datos de información geográfica y editarla puede convertirse en un ejercicio de paciencia a la altura de un monje tibetano. Los eternos lags de tiempo, los innumerables clicks para realizar cualquier cambio en la geometría necesitaban de nuevo de un entorno industrial que personalizara el software. Esto constituía el verdadero sacrificio anteriormente mencionado.

Por el contrario, habíamos ganado en versatilidad, inteligencia de producto, todo estaba documentado y racionalizado en forma de innumerables normas ISO de la familia 19100 aunque, seguíamos realizando controles de calidad final e intermedios de producto. Los controles de calidad siempre llegan tarde estén en la fase que estén y por innumerables que sean; el error se ha cometido y el usuario demanda cada vez datos más actualizados y con mayor rapidez.

Volvamos al concepto de cartografía para entender la decisión que se tomó en el IGN. Ya hemos mencionado que en ese proceso de abstracción y simbolización que es parte de la cartografía, lo que se denomina redacción cartográfica, se interpretan objetos del mundo real. Esta interpretación obligada para mayor entendimiento del lector de una simbolización permite, y así debe hacerse, construir una simbología pesada que es desplazada de su posición original. Por tanto, en escalas medias como 1:25.000 o 1:50.000 que tienen tanto la calidad métrica que puede tener un plano y, a la vez sufren de estos procesos de redacción cartográfica; su geometría no está en su sitio.

Esto es una ventaja desde el punto de vista del lector, no en vano sigue siendo de los productos más consumidos, pero un inconveniente para todo aquel que desea explotar estos datos en su verdadera posición, es decir, no solo desde un punto de vista cartográfico. Llegado a este punto solo cabe tomar una de las dos decisiones a este nivel de escala: o tener dos versiones de la misma base de datos, topográfica y cartográfica, o únicamente una de ellas.

Lo más rápido es pensar que si eres un organismo puramente cartográfico debes tener una única base de datos, la cartográfica, y así «emular» lo que antes

realizabas en un CAD. Esto sin embargo provoca otros problemas y elimina gran parte de tus usuarios.

Así pues, para escalas medias la decisión adoptada fue la de disponer de una doble base de datos de información geográfica, versión topográfica y cartográfica. Realmente, no se inventa nada nuevo pues la versión topográfica fue reconstruida partiendo de los ficheros de restitución a los que se unió la atribución que tenían los ficheros de mapa. Esta inteligente aproximación permitió tener en tiempo record esta base topográfica, con posición real y, con geometría en tres dimensiones dado que su procedencia era la de restitución. Además, el proceso era coherente con los viejos métodos de producción en los que la restitución y la formación previa al mapa se realizaban al doble de escala, esto es, próximo a un 10.000 en el caso del MTN25.

Así pues, en escalas medias se opta por la solución clásica, debidamente actualizada tecnológicamente, la versión topográfica de la base de datos SIG tiene una resolución de tipo 10.000 (BTN25, Base Topográfica Nacional 1:25.000) mientras que la cartográfica, simbolizada y con procesos de redacción cartográfica, tiene una escala 1:25.000 (MTN25, Mapa Topográfico Nacional 1:25.000). Esta duplicidad incrementa los tiempos de producción, pero permite una enorme flexibilidad de cara a la inteligencia de producto.

## LA INTELIGENCIA DE PRODUCTO

Demostrado queda que disponer de un Sistema de Información Geográfica es la mejor opción tecnológica pero, de nuevo, en el caso de la producción de bases de datos topográficas es necesario disponer de entornos industriales donde, tampoco se aprovecha toda la funcionalidad del software pero sí se asegura su polivalencia en ese ecosistema SIG. Realmente, no se puede aprovechar puesto que la producción de información geográfica es únicamente una de las fases del ciclo de vida de la misma.

Denominamos «Inteligencia de producto» al conjunto de propiedades relacionadas con un producto concreto que deben ser incorporadas para aumentar la versatilidad de operación o polivalencia del mismo. En este sentido, BTN25 se dotó de dos importantes propiedades: la primera, orientada a dotar de integridad y coherencia la base de datos en términos espaciales y, la segunda de procesos de aseguramiento de la calidad.

Para dotar de integridad y coherencia espacial a BTN25 se utilizó, a semejanza de otros proyectos internacionales como MGCP (Multinational Geospatial Cooperative Program) de la OTAN, de un conjunto de reglas topológico-semánticas que permitían formalizar el denominado «conocimiento tácito» en «conocimiento explícito», hablando en terminología de gestión del conocimiento. En efecto, muchos de los controles de calidad que se realizaban manualmente, mediante manuales de procesos por parte de los operadores, pueden realizarse en términos de análisis espacial. Por poner ejemplos sencillos: una carretera, que atraviese un río debe tener un elemento puente; una carretera, salvo que esté en túnel, no puede pasar por encima de un edificio; o, incluso más complejas, toda entidad de población debe tener un cementerio, este a su vez una carretera que le lleve a él y, esta a su vez tiene que cumplir las dos reglas comentadas al principio.

Este conjunto de reglas topológico-semánticas, formalizadas a través de análisis espacial, junto con otros procedimientos ordinarios de detección de errores de comisión y omisión formalizan una base de datos de información geográfica (BTN25) que, por fin, eliminaba los problemas que acarrearaban los sistemas CAD. Ya es posible realizar procesos como la generalización o la simbolización y redacción cartográfica automática. Si además, configuramos un entorno de producción no orientado a controles de calidad sino que, en prácticamente la totalidad de operaciones indique si se está haciendo algo incorrecto, como por ejemplo vulnerar las reglas mencionadas, se consigue que el control de calidad final sea mínimo y que dicho producto esté asegurado en producción.

Es decir, aproximadamente en 2008 la BTN25 tenía ya inteligencia de producto e incluso podía actualizarse por grandes ámbitos territoriales eliminando el problema de la actualización por hojas y, todo ello permitiendo enormes posibilidades que los viejos sistemas CAD adolecían. Todo ello desde un punto de vista de base de datos.

## NUEVOS PARADIGMAS, VIEJOS ERRORES

Si antes decíamos que todo cambio de procedimientos lleva a un inevitable compromiso entre los beneficios y los sacrificios que se tienen que hacer, al viejo axioma antes mencionado de «sacrificando la calidad» se le suelen unir otro en forma de «nuevos paradigmas» que en realidad no lo son tanto. En 2009,

buscando siempre la máxima eficiencia en términos de actualización y convencidos de que tanto la actualización por hojas como por bloques presentaba algunas ineficiencias, se intenta la actualización por elementos o por capas. En realidad, 150 años de actualización cartográfica dan para mucho y, subestimar a los técnicos de cualquier organización suele ser una decisión temeraria. Es cierto que determinados elementos, como las comunicaciones, tienen una dinámica muy rápida en el territorio; es más, se pueden considerar disparadores de cambios sobre el territorio. Por el contrario, otros elementos u objetos geográficos, como la hidrografía, en países que actualizan «por capas» se actualizan cada ocho años. Si algo se sacó en conclusión de aquella prueba de 2009 es que la actualización independiente de los elementos por separado, lejos de ser eficiente, rompe la integridad de la base de datos y rehacerla (o integrar adecuadamente las partes de un todo) es mucho más lento y cargado de errores que la actualización por hojas o bloques. Este grave error se repetiría más tarde sobre 2014 con idéntico y catastrófico resultado, una base de datos de información geográfica no es un proceso de montaje industrial, a semejanza de un vehículo donde todas las piezas encajan, existen márgenes de incertidumbre y parámetros imposibles de controlar, que hacen inviable este proceder.

## HACIA LA ACTUALIZACIÓN POR CAMBIOS, EL MODELO QUE AÚNA LA MAYORÍA DE LOS ÉXITOS Y LA MINORÍA DE LOS FRACASOS

Si bien, algunos elementos requieren una mayor actualización, como las comunicaciones y otros a su vez ocupan casi la mitad de la base de datos, como lo son las edificaciones. ¿Por qué no aunar ambas necesidades en una manteniendo la coherencia e integridad de la base de datos?

Así es, de nuevo, basta con simplemente comprobar qué han realizado otros que han tenido más tiempo para equivocarse, en este caso el Ordnance Survey, y ver algunas historias fallidas relacionadas con la actualización por capas, como el caso del United States Geological Survey (USGS). Es complicado inventar la rueda en un 99% de las ocasiones.

Ese fue el procedimiento al que se orientó BTN, algo tremendamente simple que consiste en gestionar los cambios de manera quirúrgica en la base de datos, pero teniendo en cuenta que estos se producen no sobre un elemento sino sobre varios. De esa manera, si se actualiza una carretera, es más que probable que esta afecte a varios ramales que contienen nuevas edificaciones, se modifiquen cauces, movimiento de tierras e incluso líneas de conducción eléctrica e instalaciones varias. Se puede aunar la actualización de aquellos elementos más dinámicos sobre el territorio y, a la vez mantener la coherencia e integridad espacial de la base de datos de forma que se pueda realizar cualquier generalización o mapa automático derivado, pero nunca la actualización por separado para su posterior ensamblaje.

## LOS MOTORES GENERADORES DE CAMBIOS

Es momento pues de gestionar cambios y, entonces de nuevo aludimos al contexto existente, denominado SMAC por sus siglas en inglés (Social, Mobile, Analytic, Cloud) aunque como todo contexto, es más que coyuntural, aparecerán nuevos acrónimos con el tiempo.

**Social:** los canales de comunicación con los clientes o usuarios han cambiado y se han tornado informales, lejos queda la vieja relación de los antes llamados «administrados» a través de un mostrador de registro, donde apenas se ha reducido el ámbito a procedimientos que exigen garantía jurídica, como puede ser una licitación. Es más que notable que la comunicación informal es enorme, llena de ruido y muy ligada a fenómenos propios del ecosistema de internet. Esto incluye Facebook, Twitter, Snapchat, como informales, pero también fuentes RSS (Really Simple Syndication), Twitter, canales de Telegram de fuentes oficiales.

**Móvil:** si el canal ha cambiado, también lo ha hecho la forma física de conectarse a él, aquí consideramos todas las tecnologías que acceden a Internet y son portátiles, incluidos teléfonos, tabletas y relojes.

**Análisis:** la primera derivada es que se genera una ingente cantidad de datos tanto formales como informales, los métodos de análisis de BigData se tornan necesarios para extraer la verdadera «señal» de todo este ecosistema digital y, en la medida de lo posible, filtrar el «ruido».

**Nube:** Sería la segunda derivada. Tal cantidad de información no solo no puede ser almacenada en un

disco duro o servidor concreto, sino que está repartida en forma de diferentes centros de datos y aplicaciones. Así es, es ubicuo tanto los datos, como la plataforma como el software. Y no puede entenderse ninguno de los componentes por separado sino engarzados como una nueva filosofía que plantea un cambio radical, la posesión del dato/software/plataforma TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) por el acceso, posesión frente acceso.

De este contexto se ha tratado de favorecer la actualización, caballo de batalla en cartografía y, por ende, sus bases de datos asociadas, como lo es BTN25. En este caso concreto se han creado varios motores generadores de cambios, todavía en estado de pruebas.

- 1) Motor de detección de redes sociales, informal. Es más que notorio que si se construye, por ejemplo, una carretera, existe un anteproyecto, una mínima información pública ofrecida en un canal RSS oficial, un anuncio en un boletín oficial, un grupo de interés que puede estar en desacuerdo o de acuerdo... Esto se denomina «rastros digitales» y precede incluso años al propio cambio sobre el territorio. A este respecto se está desarrollando junto con la Universidad Politécnica de Madrid una serie de bots que rastrean multitud de fuentes en internet y, a través de una red neuronal profunda (Deep learning) será capaz de clasificar qué ha cambiado, qué está cambiando, qué cambiará y dónde, todo ello debidamente ponderado en cuanto a fiabilidad.
- 2) Motor de detección de cambios en imágenes. La detección de cambios entre imágenes, máxime si se considera que hoy en día existen multitud de ellas, es un viejo anhelo que únicamente ha podido resolverse con garantías empleando Inteligencia Artificial. En la primera prueba realizada en 2007 se consiguió una fiabilidad de un 96% y, en la actualidad se acerca al 98%. Un operador humano puede tener un 95% de fiabilidad.
- 3) Motor de detección de cambios entre información geográfica existente. La enorme disponibilidad de datos tanto públicos, colaborativos e informales, como privados hace posible mediante una simple comparación con los datos existentes en BTN25 generar cambios, lógicamente.

Llegados a este punto y, con los pies en la Tierra es importante ajustar las expectativas. Conviene recordar la famosa intervención en 2011 de Peter Thiel, uno de los denominados Business Angel y gran inversor en startups como Facebook en Silicon Valley donde acuñó esta lapidaria frase: «Nos prometieron autos

voladores, pero en cambio obtuvimos tuits de 140 caracteres».

Así es, gran parte de las innovaciones son prototipos y, como todo, adolecen de limitaciones. Por ejemplo, todos los métodos colaborativos, incluidas las redes sociales, son métodos que convergen por volumen. Cuanto más volumen, más cierta será la información; hay que entender «volumen» en sentido muy amplio, esto es, si hay muchos usuarios o la zona es de gran interés es muy probable que esté muy bien actualizada en OpenStreetMaps, o existan muchos tuits, RSS etc. Pero si es una zona remota probablemente no lo consigamos captar mediante estas herramientas. Además, es un terreno plagado de informalidad que hay que tamizar.

Sí es cierto que hay determinados problemas que venían siendo ya seculares en el mundo de la cartografía o la información geográfica en general, por ejemplo, la detección de cambios que se han conseguido resolver. En efecto, quizá la aproximación clásica al problema era equivocada. Dicha aproximación se basaba en emplear el mejor modelo matemático para tratar de resolverla y, aquello que no encajaba se denominaba... residuos que, además, tienen su propio tratamiento y estudio. La gran variabilidad y tozudez de la realidad habían provocado que resolver este problema tuviera efectos más que limitados.

¿Y si intentamos resolver el problema en una primera parte como si estuviéramos enseñando a un niño partiendo incluso de cero?, simplemente con métodos de refuerzo positivo en caso de acierto, para después emplear la tecnología de las tarjetas gráficas de ordenadores (GPU) con miles y miles de núcleos en la que apenas una decena de ordenadores con buenas tarjetas gráficas pueden equipararse en capacidad de cálculo a grandes centros de computación basados en CPU ordinarias. En este caso podemos configurar (o entrenar) una red neuronal, lo que es un problema matemático bastante trivial comparado con los complejos modelos matemáticos antes mencionados, miles y miles de veces para resolver un problema simple... «este objeto no está en esta imagen y en esta otra sí». Realmente reproducimos un aprendizaje muy simple con miles o millones de pruebas en los sistemas más sofisticados en meses, algo que en un ser humano podría equivaler a siglos. Simplemente utilizando técnicas de GPU. Así de simple, es más efectivo buscar una solución a través del entrenamiento de miles de pruebas que encontrar un modelo matemático que puede ni tan siquiera existir. Así se ha realizado en BTN como una de las fuentes primarias para su actualización.

Una vez que se tienen cambios lo extraordinariamente complejo es gestionarlos, existen cambios per-

sistentes, repetidos, falsos positivos, redundantes... y un largo etcétera. Es en este eslabón de la cadena cuando es necesario introducir un elemento que filtre y haga de triaje entre los cambios generados y, un viejo conocido, el gestor de procesos de negocio o BPM (*Business Process Management*) que hará las veces de despachador de trabajos entre agentes internos y externos.

También hay que tener cautela con la información no oficial, informal, no es lo mismo la validez de un cambio generado por comparación entre cartografías oficiales que un cambio en twitter. Es ahí de nuevo cuando los cimientos o fundamentos del Derecho Administrativo deben aplicarse. Los poderes públicos lo somos en tanto y cuanto disponemos de ciertas prerrogativas, por ejemplo, las fuerzas y cuerpos de seguridad del Estado tienen el principio de autoridad, la Inspección el de certeza y... la gran mayoría lo tenemos de oficialidad en tanto y cuanto tenemos mandato legal en un ámbito (o función) concreto. Es por ello que podemos transformar el canal informal, con las debidas cautelas y comprobaciones, en oficial, es prerrogativa nuestra y, a la vez, necesidad de acompañar nuestras tareas (la ejecución de la función) a los nuevos tiempos.

## MAPA RÁPIDO Y «EDICIÓN SIMPLIFICADA». CONCLUSIONES

Es necesario repetir que todo cambio implica ciertos sacrificios, también en términos de calidad. En estos momentos estamos en disposición de tener una Base Topográfica Nacional actualizada de forma continua por cambios, coherente e íntegra, de forma que como se suele decir «el reloj de la base de datos está lo más próximo al reloj del territorio». Esta actualización trata de imitar la dinámica del territorio y no se centra en las ineficiencias de la actualización por hojas, bloques o capas concretas.

Ahora es momento de dividir para minimizar el axioma del sacrificio de la calidad y, para ello, hay que atender al cliente o usuario. Es cierto que el mapa rápido, generado automáticamente nunca podrá igualarse en calidad al tradicional Mapa Topográfico Nacional. Exactamente lo mismo pasó cuando se cambiaron los métodos de impresión cartográfica de los diferentes originales de fotocomposición en trama y línea por la cuatricromía y, a su vez de la impresión en planchas de cobre. El problema siempre se repite

pero, no es menos cierto que el consumo de cartografía es abrumador y, además de muy poca duración, donde a veces se prima la actualidad a la calidad. La analogía clásica es con los periódicos, con la prensa escrita; ¿cuánta gente había antes que coleccionaba ejemplares de periódicos con faltas de ortografía cual trofeos?, ¿cuántos periódicos existían con dichas faltas? Por el contrario, ¿cuántas páginas web de periódicos de primera línea tienen actualmente frases incompletas, faltas de ortografía o párrafos sin significado?. Así es, se prima la velocidad frente a la extrema calidad, simplemente porque el consumo es rápido, lo que hoy vale, mañana no. En cartografía se plantea el mismo dilema, pero con mayor ámbito temporal y, por ello, se ha configurado un mapa rápido para ser consumido en la web donde el tiempo de generación de cada hoja (sí, el ser humano necesita referencias espaciales en todos los ámbitos de la vida y, aunque la producción ya no se realiza circunscrita a las hojas, estas son un método excelente de medir y referenciar el territorio, nada es completamente obsoleto en este mundo) es de apenas 20 minutos. El resultado no es el mismo en términos de calidad, por supuesto y, lo que es mejor, de una única base de datos, BTN, derivamos escalas cartográficas 12.500, 25.000 y 50.000 simultáneamente, con procesos automáticos de redacción cartográfica, no una simple visualización de datos espaciales.

A la vez, hemos identificado hojas de mapa de especial interés, como pueden ser las de costa o capitales y zonas periurbanas. Para estas hojas se realiza una edición tradicional, pero partiendo del mapa rápido, lo que permite reducir los tiempos de edición cartográfica a apenas 15-20 horas por hoja. Estamos hablando de cartografía, no de visualización de datos o, por aproximación, cartografía de baja calidad donde se usa únicamente la variable visual «color».

Para concluir, estas últimas décadas han sido apasionantes en la generación de cartografía a escalas medias en el Instituto Geográfico Nacional, pasando de sistemas CAD a SIG y de poseer la información en forma de archivo a «acceder» a la información (Geo-Servicios estándar). El éxito está siempre en disponer de bases de datos coherentes e íntegras, con el mayor grado de actualidad y, los métodos más sensatos y eficaces para su actualización. Una vez el núcleo está totalmente asegurado, llega la delicada bifurcación entre la puesta rápida en navegadores para consumo masivo y breve y, a la vez, mantener los estándares de calidad que requiere una correcta visión cartográfica oficial del territorio en aquellas áreas geográficas de interés.

## SOBRE EL AUTOR

Fco. Javier González Matesanz es Ingeniero Técnico en Topografía e Ingeniero en Geodesia y Cartografía. Ingresó por oposición en el Instituto Geográfico Nacional en 1993 en el Cuerpo Nacional de Ingenieros Técnicos en Topografía desarrollando el sistema de captura GIS mediante GPS de código para actualización de redes de transporte. En 1995 ingresó, también por oposición en el cuerpo de Ingenieros Geógrafos. Actualmente es Subdirector General de Geodesia y Cartografía y ha desarrollado su labor dentro del IGN siendo responsable de proyectos relacionados con la transmisión de correcciones diferenciales de redes GNSS bajo RDS, DAB e Internet, ha sido responsable de la solución oficial técnica para el cambio de Sistema Geodésico de Referencia ED50-ETRS89, hecho que le sirvió, además, para obtener el doctorado cum laude con premio extraordinario y mención explícita en el título por la Universidad de Alcalá. Desde 2005 ha tenido responsabilidades en la transición de los sistemas CAD de producción cartográfica hacia SIG, junto con la creación de la Base Topográfica Nacional 1:25.000. Es presidente de la Sociedad Española de Cartografía, Fotogrametría y Teledetección y Master en Liderazgo y Dirección Pública. Ha sido profesor asociado en las Universidades de Alcalá y Politécnica de Madrid en materias relacionadas con GNSS, Geodesia, Cartografía y Bases de Datos Topográficas.

