

RODOLFO NÚÑEZ DE LAS CUEVAS Y EL IMPULSO A LA CARTOGRAFÍA DIGITAL Y LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

RODOLFO NÚÑEZ DE LAS CUEVAS AND THE BOOST TO DIGITAL CARTOGRAPHY AND GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS AT NATIONAL GEOGRAPHIC INSTITUTE

Sebastián Mas Mayoral¹

En 1968, mediante el Decreto 245/1968 de 15 de febrero, se creó en el entonces Instituto Geográfico y Catastral el órgano consultivo y asesor Centro de Estudios Geográficos, Geofísicos y Astronómicos con la tarea, entre otras, de formular el proyecto de automatización de los trabajos propios del Instituto. En esa tarea participaron varias de las Secciones establecidas por el Decreto 245/1968, entre ellas: Geodesia y Geofísica, Topografía y Fotogrametría y Cartografía y Publicaciones.

La utilización de programas eminentemente técnicos, tendentes a resolver cálculos tediosos, caracteriza estos años finales de los sesenta y principio de los setenta, y la utilización de equipos informáticos de otras instituciones, dado que el Instituto Geográfico y Catastral no contaba con dichos recursos. Así, mediante la mediación del Ingeniero Geógrafo y Catedrático en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura Antonio García de Arangoa, utilizó el sistema IBM 1620 de dicha Escuela Técnica Superior, mediante la mediación del Ingeniero Geógrafo, Astrónomo y Catedrático en la Universidad Complutense

¹ Licenciado en Ciencias Matemáticas, Doctor Ingeniero Geógrafo, Funcionario jubilado del Cuerpo Superior de Sistemas y Tecnologías de la Información de la Administración del Estado. smasmayoral@gmail.com

de Madrid José María Torroja Menéndez, utilizó el sistema IBM 7090 del Centro de Cálculo de dicha Universidad y, al pertenecer el Instituto Nacional de Estadística (INE) también a la Presidencia del Gobierno, utilizó el sistema IBM 360/50 que entonces tenía el INE.

Este periodo, de utilización de recursos informáticos externos al Instituto Geográfico y Catastral, culminó en 1972 con el completo desarrollo y operatividad del programa CORE, que efectuaba la compensación de una red geodésica por el método de variación de coordenadas, y que permitió efectuar la compensación de la Red Geodésica Fundamental del Bloque Ibérico (España y Portugal) y presentar el resultado en la reunión de 1972 de la Subcomisión de RETRIG de la Asociación Internacional de Geodesia (IAG), organización integrada en la Unión Geodésica y Geofísica Internacional (UGGI). El desarrollo, pruebas y puesta en operatividad del programa CORE se llevó a cabo por los ingenieros geógrafos Julio Morencos Tévar y Germán Vidal García, del Instituto Geográfico y Catastral, utilizando el sistema IBM 360/50 del INE.

Pero la utilización de recursos informáticos externos al Instituto Geográfico y Catastral suponía una dificultad seria para los técnicos de este al tener que desarrollar, probar y ejecutar los programas con limitaciones de tiempos y espacios en los recursos informáticos, y teniendo que desarrollar estos trabajos fuera del horario normal en los centros propietarios de los recursos.

Por esta razón, el Centro de Estudios Geográficos, Geofísicos y Astronómicos formuló el proyecto de automatización de los trabajos propios del Instituto y desarrolló los trámites para que se realizase la convocatoria de un concurso público para dotar al Instituto Geográfico y Catastral de equipos informáticos adscritos a él. Estos trámites culminaron en 1972 con la formación y posterior resolución del concurso público, por la Dirección General del Patrimonio del Estado, para dotar al Instituto Geográfico y Catastral con un equipo informático por valor de 17.500.000 pesetas. El resultado del concurso fue la adjudicación a la oferta presentada por la firma ATAIO Ingenieros, que había ofertado un ordenador P. D. P.-11/40 de la firma Digital Equipment Corporation, que posteriormente fue objeto de una reconfiguración sin coste quedando constituido por: Unidad central P. D. P. 11/45 con 32K palabras de 18 bits (16+2) de memoria central y tiempo de ciclo de 900 nanosegundos, unidad de almacenamiento en disco RP11-CJ (con 2 dispack), unidad controladora de cinta magnética TM-11 y tres unidades de cinta magnética TU-10, lector perforador de cinta de papel PR11, lector de tarjetas perforadas CD11-EB (1200 f.p.m), terminal de operador LA30-CD, impresora de líneas LP-11 (400 l.p.m), impresora electrostática STATOS 31 VARIAN, sistema gráfico TEKTRONIX 4010 y dos perforadoras de fi-

chas off-line HONEYWELL BULL. Este equipo informático estuvo completamente operativo en Septiembre de 1973.

En 1975 se amplió este sistema informático dotándole de más memoria, otras 32K palabras de 18 bits (16+2), se cambió el sistema operativo a RSX11-D, y se conectó a él un plotter CALCOMP 960, de tablero vertical de 841 x 1518 mm, con resolución de 0.0125 mm.

Para gestionar la convocatoria del concurso público para dotar al Instituto Geográfico y Catastral de equipos informáticos y, sobre todo, para operar esos equipos y promover el desarrollo de aplicaciones informáticas, mediante el Decreto 3083/1972, de 2 de noviembre, de Presidencia del Gobierno, por el que se estructuraba la Dirección General del Instituto Geográfico y Catastral, se creó dentro de la Secretaría Técnica y de Estudios, que tenía categoría de Subdirección General, el Servicio del Centro de Estudios Geográficos, Geofísicos y Astronómicos, siendo nombrado como primer jefe del mismo el ingeniero geógrafo Julio Morencos Tevar, y adscribiéndose al Servicio los ingenieros geógrafos Germán Vidal García y Sebastián Mas Mayoral y el ingeniero técnico en topografía Eduardo Arellano Ramírez.

En este periodo destaca la actividad de Rodolfo Núñez de las Cuevas, Ingeniero Geógrafo y Diplomado en Geodesia y Topografía por la Escuela de Geodesia y Topografía del Ejército, dependiente del entonces Servicio Geográfico y Cartográfico del Ejército (actualmente Centro Geográfico del Ejército de Tierra), promoviendo y desarrollando la automatización de los procesos cartográficos en el Instituto Geográfico y Catastral desde su puesto de Jefe del Servicio Cartográfico. Ya en 1970, en el número 4 de «Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales», se publicó un artículo suyo titulado «Estado actual de la automatización del proceso cartográfico», en el que consideraba tres métodos para la formación automática de mapas aptos para su reproducción a partir de información numérica o analógica: transformación de información analógica en digital para proceder al dibujo en trazadores automáticos, a partir de archivos digitalizados y bancos de datos, y utilizando medios de representación visual, compilar el mapa para proceder a continuación a su dibujo en trazadores automáticos, formación directa de mapas en ordenador utilizando una impresora de líneas. Asimismo, en el artículo considera los equipos necesarios en cualquiera de los tres casos, su descripción y características. Esto demuestra que Rodolfo Núñez de las Cuevas llevaba un tiempo considerando, analizando y planificando la dotación de su Servicio de Cartografía con los equipos necesarios para la automatización de la producción cartográfica en el Instituto Geográfico y Catastral.

Para llevar a cabo esta iniciativa creó, en el Servicio de Cartografía, la Unidad Experimental de Cartografía Automática (UECA), bajo la coordinación del ingeniero geógrafo José María García-Courel Mendoza, que contaba con la asistencia del ingeniero técnico en topografía Segundo Rodero Rubio y del delineante cartográfico Francisco Tricio Lahera, y realizó las gestiones para dotar a esta unidad, en mayo de 1972, con un digitalizador BENDIX DATAGRID y un coordinatógrafo automático CORAGRAPH DC, controlado por un ordenador CORA I de la casa CONTRAVES de Zurich. Con esto posibilitaba desarrollar los dos primeros métodos de formación automática de mapas. Simultáneamente, gestiono la cesión al Instituto Geográfico y Catastral del programa SYMAP, de la Universidad de Harvard, utilizando para su puesta a punto y operación, por la UECA, el ordenador IBM 360/50 (256 KB) del Instituto Nacional de Estadística, y la colaboración de la firma IBM España. José María García-Courel Mendoza hizo una descripción detallada de la funcionalidad de este programa y de su utilización en el artículo «El programa SYMAP en el Instituto Geográfico y Catastral» en el número 2/72 de la revista Ciudad y Territorio. Con SYMAP aplicaba el tercer método de formación automática de mapas, consiguiendo obtener mapas de coroisopletas (con simbolismo de diferente gradación que permiten obtener isolinneas interpoladas entre los diferentes valores suministrados), mapas de coropletas y mapas de proximidad. Además, SYMAP combinado con el programa SYMVU permitía representaciones tridimensionales.

La colaboración entre la Unidad Experimental de Cartografía Automática y el Centro de Estudios Geográficos, Geofísicos y Astronómicos fue muy estrecha desde la creación de ambas unidades, aprovechando extensamente la primera los recursos informáticos de la segunda.

En 1973, mediante el Decreto 1384/1973 de 28 de junio, que establecía la estructura orgánica del Ministerio de Planificación del Desarrollo, creado por la Ley 15/1973, la Dirección General del Instituto Geográfico y Catastral paso a formar parte de la estructura de dicho Ministerio. Posteriormente, el 1 de marzo de 1974, a propuesta del Ministro de Planificación del Desarrollo, mediante el Decreto 357/1974, fue nombrado Director General del Instituto Geográfico y Catastral Rodolfo Núñez de las Cuevas. Desde ese momento concentró su esfuerzo en introducir las tecnologías de vanguardia aplicables en todos los ámbitos de actuación del Instituto Geográfico y Catastral.

Sin obviar su actuación impulsando campos como la Astronomía, y especialmente la Radioastronomía, la fotogrametría, la cartografía, con el inicio de la serie cartográfica del Mapa Topográfico 1:25.000 que situaba a la cartografía topográfica española al nivel de las series cartográficas europeas más im-

portantes, la Geodesia espacial, la Red Sismológica Nacional, etc., quiero destacar el impulso decidido en teledetección aplicada a la formación y análisis cartográfico y en la gestión digital de información geográfica mediante sistemas de información geográfica.

En el ámbito de los sistemas de información geográfica, ya en 1975 decidió que el Instituto Geográfico y Catastral debía asumir un papel relevante en la implementación en España de esta tecnología, asignando al Servicio del Centro de Estudios Geográficos, Geofísicos y Astronómicos el cometido de desarrollar el Sistema de Información Geográfica Nacional (SIGNA), dedicándose a ello específicamente los ingenieros geógrafos Germán Vidal García y Sebastián Mas Mayoral y el ingeniero técnico en topografía Eduardo Arellano Ramírez, y con la colaboración de la firma IBM España, especialmente de su asesor técnico Francisco Múgica Buhigas, que además era ingeniero geógrafo y diplomado en geodesia y topografía por la Escuela de Geodesia y Topografía del Ejército. Posteriormente, en 1977, se incorporó a este equipo humano del Instituto Geográfico y Catastral el ingeniero geógrafo, de nuevo ingreso, Rafael Herrero García.

Además, en septiembre de 1976, envió a Germán Vidal García y Sebastián Mas Mayoral y al ingeniero técnico en topografía Ángel de las Heras Molinos, en comisión de servicio, a Ottawa (Canadá) para reunirse con los responsables y técnicos del Sistema de Información Geográfica de la Agencia del Gobierno de Canadá «National Resources Canada», en aquel momento fundamentalmente orientada a la gestión forestal, para conocer directamente de ellos las características del sistema y los problemas surgidos en su desarrollo y las soluciones aplicadas para la resolución de estos.

Esta comisión de servicio sirvió también para mantener una reunión personal con el Dr. Roger F. Tomlinson, geógrafo inglés residente en Canadá considerado como uno de los «padres de los Sistemas de Información Geográfica (SIG)», que fue presidente de la «Commission GIS» de la «International Geographical Union», durante 12 años, y presidente del «IGU Global Database Planning Project». En 1962 el Gobierno de Canadá trataba de combinar un gran número de mapas para realizar un estudio de los usos del suelo en el país mediante el «Canada Land Inventory (CLI)», para informatizar esta gestión Tomlinson diseñó el primer sistema de información geográfica de Canadá (CGIS), que en 1972 culminó su desarrollo y empezó la carga masiva de datos. Esa reunión fue muy enriquecedora en ideas de cómo desarrollar un sistema de información de ámbito nacional y de las dificultades y problemas que suscita la obtención y carga de los datos.

En febrero de 1975, siendo Director General Rodolfo Núñez de las Cuevas, inició el Instituto Geográfico y Catastral el desarrollo del Sistema de Información Geográfica Nacional (SIGNA), como «sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente georreferenciados para resolver problemas complejos de planificación y gestión» (conforme a la definición del «National Center for Geographic Information and Analysis»). Para esta tarea, aunque ya contaba con el sistema informático P. D. P. 11/45, su utilización planteaba serias dificultades por la limitación de memoria (128KB), la falta de capacidad de almacenamiento (40MB en línea) y la poca facilidad del lenguaje de programación FORTRAN IV para el manejo de caracteres, entrada/salida y gestión en general, por esta razón, y aprovechando la estrecha relación existente con el Instituto Nacional de Estadística, que entonces disponía de un sistema informático IBM 370/145, en julio de 1975 se decidió instalar en el Centro de Estudios un terminal IBM 3780, sustituido posteriormente por un terminal IBM 3774, y conectarlo en forma remota mediante línea telefónica punto a punto a 4800 baudios, mediante módems, al sistema del Instituto Nacional de Estadística. Para el desarrollo del software del Sistema de Información Geográfica, que debía permitir el almacenamiento, consulta, gestión y recuperación condicionada de información referenciada en el territorio, tanto alfanumérica como gráfica, se consiguió la asistencia de un equipo de técnicos de IBM España, encabezado por Francisco Múgica Buhigas, que llevó a cabo el desarrollo en lenguaje PL/I. La primera fase del desarrollo del Sistema se completó en 1979.

Las características del Sistema de Información Geográfica Nacional eran:

– Permitía almacenar, recuperar y analizar información geográfica conforme a condiciones espaciales y temáticas. La información geográfica era la producida directamente por el Instituto Geográfico y Catastral, como: límites administrativos, contenido de los mapas provinciales 1/200.000 y de los mapas 1/500.000, distribución de las hojas de los Mapas Topográficos Nacionales 1/50.000 y 1/25.000, vuelos fotogramétricos (su contorno, escala y fecha), datos de los vértices de la Red Geodésica Nacional, de las Señales de Nivelación, de las Estaciones Gravimétricas, de los Mareógrafos, localización y característica de todos los terremotos incluidos en los catálogos del Instituto. Además, podía incorporar la información contenida en el Atlas Nacional de España y aquella otra información geográfica, o referenciable espacialmente, que producida y mantenida por otras instituciones mediante acuerdo se integrase en el SIGNA.

– Su estructura de base de datos estaba constituida por tres ficheros principales, de organización secuencial indexada, denominados:

- ORIGINAL, que almacenaba, en registros de longitud variable, el código que definía la tipología del dato, su centroide o clave de situación, las coordenadas que describían geoméricamente el dato y el conjunto de características del mismo, descritas mediante un código y su valor. Relacionados con este fichero existían también los diccionarios de características, numéricas y no numéricas, y ficheros auxiliares.

- CUADRICULA, que almacenaba, en registros de longitud variable, ancho de la cuadrícula, coordenadas de su vértice inferior izquierdo, y código y centroide de todos y cada uno de los datos recogidos en el fichero ORIGINAL localizados total o parcialmente en esa cuadrícula. Los registros de este fichero se generaban automáticamente a partir de las coordenadas de los datos.

- ALTITUD, que almacenaba en cada registro las coordenadas de la esquina inferior izquierda de cada elemento de una malla kilométrica y, para ese elemento, los valores de altitud en cada uno de los cruces de su retícula interior de 100 x 100 metros.

Posteriormente los ficheros con registros de longitud variable fueron transformados en ficheros indexados VSAM.

– Estaba dotado con un lenguaje de gestión y consulta, desarrollado en PL/I, que permitía, además del almacenamiento de la información geográfica en los ficheros de la base de datos descrita anteriormente, su búsqueda y recuperación selectiva, condicionada espacialmente, definiendo zonas regulares (círculos, rectángulos) o irregulares (polígonos por su contorno) y áreas predefinidas reconocidas por su denominación registradas previamente en los diccionarios del sistema (comunidades autónomas, provincias, municipios, cuencas hidrográficas, etc.), y condicionada también por temáticas específicas, e incluso por sus características almacenadas en el sistema. El lenguaje de gestión y consulta era lenguaje natural sin codificación, aunque la codificación se realizaba automáticamente mediante el tesoro del sistema.

– Las salidas del sistema eran alfanuméricas y gráficas, las primeras se obtenían por la impresora de líneas del terminal IBM 3774 conectado al sistema IBM 370/145 del INE. Las segundas podían ser mapas de caracteres, que también se obtenían por el terminal IBM 3774, o gráficos vectoriales que, mediante cinta magnética y la intermediación del sistema P. D. P 11/45, se obtenían por el plotter CALCOMP 960.

En 1979 finalizó la primera fase de desarrollo de SIGNA, con las aplicaciones y procedimientos informáticos capaces de gestionar su base de datos, aunque quedaba por resolver los problemas surgidos en la obtención y carga de los datos, tanto propios como de otras instituciones, por lo que se decidió priorizar la digitalización y carga de la información geográfica propia.

El Real Decreto 2761/1977, de 28 de octubre, por el que se reorganizaba la Presidencia del Gobierno, cambió la denominación del Instituto Geográfico y Catastral por Instituto Geográfico Nacional, manteniendo la estructura de Subdirecciones, Servicios y Secciones establecidas por el Real Decreto 2766/1976, de 4 de diciembre, y la Orden de 10 de mayo de 1977, que desarrollaba el Real Decreto anterior a nivel de Secciones. De esta forma, del desarrollo de SIGNA se encargó el Servicio del Centro de Estudios de la Subdirección General de Investigación y Coordinación de Trabajos Geográficos, mediante sus Secciones del Centro de Cálculo y del Sistema de Información.

Respecto al impulso dado por Rodolfo Núñez de las Cuevas a la utilización de la teledetección, aplicada a la formación y análisis cartográfico, en el Instituto Geográfico Nacional, cabe destacar que la anteriormente mencionada Orden de 10 de mayo de 1977 creaba una Sección de Teledetección, dependiente del Servicio de Cartografía, Talleres y Laboratorios de Artes Gráficas de la Subdirección General de Cartografía y Publicaciones, aunque ya en 1976 existía una unidad, en dicho Servicio, dedicada a iniciar los trabajos con las tecnologías de teledetección, bajo la coordinación del ingeniero geógrafo, de nuevo ingreso, José Germán López de Lemos. Posteriormente se encargó de la coordinación de la Sección de Teledetección el ingeniero geógrafo Antonio Martínez de Aragón.

La Sección de Teledetección contaba con un radiómetro que se colocaba en el extremo de una pluma que iba sobre un vehículo específico destinado a medir la respuesta radiométrica del suelo, para compararla con la respuesta captada por los sistemas aerotransportados en satélites o aviones. También contaba con un convertidor DICOMED D-47 de datos digitales «raster», generados por ordenador o captados por un sensor y almacenados en cinta magnética, en color o falso color, a película fotográfica. El convertidor DICOMED D-47 estaba conectado «on-line» al ordenador P. D. P. 11/45 que controlaba mediante un programa específico el sistema. Además este ordenador procesaba los datos del radiómetro, generados en cinta de papel, los trataba y pasaba a cinta magnética. La Sección también procesaba los datos que recibía de los satélites, en aquel momento LANDSAT, mediante programas

como LARSYS, inicialmente, y ERMAN-II (Earth Resources MANAGEMENT System), que permitía:

- Analizar datos e información captada por sensores remotos.
- Desarrollar las técnicas de proceso de datos de percepción remota (clasificación automática de formas –«pattern recognition»–: definición de campos, estadística, divergencia, histogramas, clustering, clasificación).

Pero quiero destacar que además del impulso extraordinario en los ámbitos de la cartografía digital y de los sistemas de información geográfica, en su época como Director General del Instituto Geográfico Nacional, Rodolfo Núñez de las Cuevas impulsó la aplicación de tecnologías punteras en casi todos los campos de competencia del Instituto, como la digitalización de los procesos fotogramétricos, la creación y automatización de la Red Sísmica Nacional, el estudio y aplicación de la Radioastronomía y la construcción de los nuevos Centros Astronómicos, como el Hispano-Alemania de Calar Alto (Almería), mediante acuerdo con la Sociedad Max Planck en 1973, inaugurado en 1975, y el de Yebes (Guadalajara), cuya construcción se inició en 1972 entrando en servicio en 1976.

Además, Rodolfo Núñez de las Cuevas no solo dio un impulso muy importante en los campos de competencia del Instituto Geográfico Nacional, sino que lo extendió a nivel nacional, coordinando el Consejo Superior Geográfico, actuando como fundador, en 1977, y posteriormente como Presidente de la Sociedad Española de Cartografía, Fotogrametría y Teledetección, y a nivel internacional ya que formó parte del grupo de fundadores del Comité Europeo de Responsables de la Cartografía Oficial (CERCO), cuya reunión fundacional se celebró en Madrid en 1980. CERCO se transformó, en septiembre del 2000, en EuroGeographics («European National Mapping, Cadastral and Land Registry Authorities»), constituida como una AISBL (Asociación Internacional Sin Ánimo de Lucro), con sede en Bélgica, integrada por 37 países (en la actualidad cuenta con 63 miembros). Colaboró estrechamente con la Asociación Cartográfica Internacional (ICA), que había sido fundada el 9 de junio de 1959 en Berna (Suiza), y asumió la organización de la «8 th International Cartographic Conference» de la ICA, en Madrid, en 1974, para lo que contó con la colaboración de otras instituciones cartográficas y académicas españolas, que en 1977 constituyeron la Sociedad Española de Cartografía, Fotogrametría y Teledetección, pasando esta Sociedad a actuar como el miembro nacional de la ICA, siempre con el soporte del Instituto Geográfico Nacional.

BIBLIOGRAFÍA

- GARCÍA COUREL, J. (1972): «El programa SYMAP en el Instituto Geográfico y Catastral». Abril-junio, *Revista de Ciencia Urbana «Ciudad y Territorio»*.
- HERRERO GARCÍA, R. (1979): «Consideraciones sobre los Sistemas de Información Geográfica», IV Congreso de la Asociación Española de Informática y Automática. Mesa Redonda sobre aplicaciones de la Informática a las Ciencias de la Tierra.
- MAS MAYORAL, S. (1979): «Proyecto Informático del Instituto Geográfico Nacional». Instituto Geográfico Nacional.
- (1982): «Características actuales del Centro de Cálculo». Instituto Geográfico Nacional.
- (1986): «Las bases de datos del Instituto Geográfico Nacional». Instituto Geográfico Nacional.
- MÚGICA BUHIGAS, F. (1976): «Geographic Information System». 8th International Conference on Cartography, Moscow.
- NÚÑEZ DE LAS CUEVAS, R., y GARCÍA COUREL, J.: (1972): «Hardware and software of Automated Cartography in countries of development». 6th International Conference on Cartography, Ottawa (Canadá).