Septiembre 1996
Número 1

Hoja informativa
DEL INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA

Generalitat de Catalunya
Departament de Política Territorial
i Obres Públiques
Institut Cartogràfic de Catalunya

Información sobre los proyectos de producción, desarrollo
e investigación del Institut Cartogràfic de Catalunya

Inicio de la radiodifusión de las correcciones diferenciales del sistema de posicionamiento global (GPS)

El Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC), la Direcció General de Transports (DGT) y el Centre de Telecomunicacions de la Generalitat de Catalunya (CTGC) dan a conocer la puesta en servicio del sistema Rasant de radiodifusión de correcciones diferenciales del sistema de posicionamiento global (*Global Positioning System*, GPS). Combinando las señales de los satélites del GPS y las señales del sistema Rasant se pueden obtener coordenadas de puntos de hasta ±1 m de precisión relativa. Las aplicaciones de dicho sistema son numerosas. Particularmente, permite la determinación precisa de la posición de vehículos de flotas de transporte terrestre. En general, permite la ubicación de cualquier elemento, estático o móvil, sobre el territorio.

Rasant es un sistema de radiodifusión de correcciones diferenciales calculadas por el ICC en estaciones de referencia equipadas con receptores GPS. Las correcciones se basan en el formato estándar RTCM SC-104 y se envían a través del sistema *Radio Data System* (RDS) que incorpora la señal de Catalunya Música en sus emisiones. Las condiciones de recepción de las señales RDS son idénticas a las de recepción del programa de radio. La cobertura útil es la misma con la que se recibe la señal estereofónica de Catalunya Música en condiciones normales. Se extiende, aproximadamente, sobre un 90% del territorio y abarca un 95% de la población de Cataluña.

Las señales de los satélites del GPS pueden ser utilizadas para el posicionamiento y la navegación absolutos –utilizando un único receptor– con una precisión de ±50 m. En el modo diferencial –utilizando, además, los datos de un receptor de referencia– se pueden obtener precisiones de hasta ±1 m o, con receptores geodésicos, de hasta pocos milímetros. Rasant difunde por radio datos de los receptores de referencia en forma de correcciones diferenciales de código suavizado con fase.

Para un uso óptimo del GPS y para representar correctamente las coordenadas así obtenidas sobre la cartografía, se debe tener en cuenta las diferencias entre el sistema de referencia WGS84 –el propio del GPS– y el sistema ED50 –el utilizado en el Estado español. También se deben tener en cuenta las diferencias entre las cotas elipsoidales –las que se obtienen del GPS– y las ortométricas –las que se representan en los mapas. El conjunto de estas diferencias es el llamado geoide. Para sacar el máximo partido al GPS se deben combinar los datos del receptor de trabajo con los datos de un receptor de referencia, y así poder trabajar en modo diferencial (DGPS) los parámetros de transformación entre los sistemas WGS84 y ED50 y los datos del geoide. Estos datos, parámetros y geoide se pueden obtener, gratuitamente, en el ICC.

El despliegue del Rasant se ha dividido en tres etapas: de demostración, experimental y operativa. La etapa de demostración empezó el mes de diciembre de 1995 en la área de cobertura de FM (Frecuencia Modulada) de la torre de Collserola, Barcelona. En esta etapa se han hecho pruebas de calidad de recepción, de exactitud y precisión en la determinación de coordenadas. La etapa experimental empezará en el otoño de 1996. Durante esta etapa, la estación de referencia GPS estará en su emplazamiento definitivo dentro del recinto del Centre de Telecomunicacions i Enllaços del CTGC en Bellmunt de Segarra, y emitirá correcciones diferenciales continuamente. La etapa operativa empezará en una fecha todavía no prevista del año 1997. La diferencia entre la etapa experimental y la operativa es que, en la operativa, su servicio tendrá una mayor fiabilidad.

El sistema Rasant se ha desenvolupado en la Agencia de Geodesia y Cartografía del Land Nordrhein-Westfalen (Alemania) y ha sido adoptado por los otros *Länder* alemanes y por el mismo ICC. Todos estos organismos promueven la adopción del Rasant como un sistema europeo para la difusión de correcciones diferenciales GPS vía RDS de las emisiones de FM.

Para más información sobre el servicio Rasant, contactar por escrito con:

Institut Cartogràfic de Catalunya
Servei de Geodèsia
Parc de Montjuïc
E-08038 Barcelona
Telefax: 34-3-426 74 42
E-mail rasant@icc.es.

Atles topogràfic de Catalunya 1:50 000

El *Atles topogràfic de Catalunya 1:50 000* es una coedición entre el Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) y Enciclopèdia Catalana SA. Esta obra, publicada en 1995, se presenta en tres volúmenes de 31 x 22 cm cada uno. En total hay 328 páginas de cartografía, generadas a partir de un corte regular con rectángulos de 26 x 18 cm.

Para el fraccionamiento en volúmenes se han conjuntado diferentes criterios: presentación en gruesos parecidos; regularidad en la forma de las áreas geográficas representadas, y disponer, en cada volumen, de comarcas con un alto nivel de interrelación.

El contenido del atlas proviene de la base cartográfica numérica 1:50 000 del ICC y proporciona la representación de la orografía, la hidrografía, el poblamiento, la red de comunicaciones, la cubierta vegetal, los límites administrativos y otros elementos del territorio. Sobre esta información se superpone la cuadrícula de la proyección UTM con intervalos de 1 km (2 cm sobre el mapa) y la información toponímica.

El índice toponímico contiene aproximadamente 60 000 entradas, para el conjunto de los tres volúmenes. De cada entrada se especifica el tipo de topónimo, la comarca, la página del atlas y las coordenadas UTM de su situación. Cada volumen incluye, además, un breve texto sobre la presentación y la formación del atlas y, en las guardas, un esquema de las comarcas para cada uno de los tres volúmenes y la leyenda general utilizada que permite la interpretación de los signos convencionales utilizados en la cartografía representada; los mapas de distribución de volúmenes, y las páginas del atlas.

El *Atles topogràfic de Catalunya 1:50 000* es una obra de fácil consulta por su formato, por su reforzamiento gráfico de los elementos configuradores del paisaje (relieve, cubierta vegetal, núcleos urbanos y vías de comunicación) y por el índice toponímico. Al mismo tiempo, es una obra con suficiente calidad y precisión cartográfica como para garantizar un uso técnico y profesional.

Esta obra ha contribuido –gracias a su elevada distribución, más de quince mil colecciones de su primera edición– a que los ciudadanos de Cataluña tengan una visión cartográfica de su territorio comparable a la que tienen los ciudadanos de los países cartográficamente más avanzados.

Proyecto Terra Alta

Regs de Catalunya SA (REGSA) encargó el pasado 29 de marzo de 1996 al Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) un vuelo fotogramétrico a escala 1:5 000 y su posterior restitución digital a escala 1:2 000 con cobertura de concentración parcelaria del sistema de riegos de la Terra Alta. Asimismo, se ha realizado el trazado del canal de la Terra Alta desde el punto kilométrico 40 al 86,5 con un ancho de banda de 400 metros centrado en el eje del canal. Finalmente, también se ha hecho un vuelo fotogramétrico en blanco y negro a escala 1:10 000 con recubrimientos longitudinal y transversal del 60% y del 30%.

El vuelo se ha realizado con el uso del GPS cinemático que ha permitido una considerable reducción de los puntos de apoyo de campo. Previamente, se escogieron las ubicaciones en la colección de fotogramas, atendiendo a la forma de los bloques y a la existencia del apoyo cinemático. El número total de puntos para apoyar todo el vuelo ha sido de 74. La precisión con la que se han calculado los puntos de apoyo, considerando los vértices geodésicos como fijos, ha sido de 7 cm, tanto en planimetría como en altimetría.

La aerotriangulación del vuelo se ha dividido en 13 fases, con un total de 1 675 modelos y 74 puntos de apoyo. La preparación de los distintos bloques, con un recubrimiento longitudinal del 60%, ha sido la clásica, con 9 puntos (de Von Grüber) por fotograma, traspasados, siempre, a las pasadas adyacentes.

Por las características del proyecto, ha sido imprescindible el uso de un sistema general de ajuste capaz de manipular diferentes tipos de observaciones. El programa utilizado para llevar a cabo el proyecto ha sido desarrollado por el mismo ICC: es el llamado GeoTeX. Este programa permite el ajuste por haces con autocalibración del bloque. GeoTeX es un sistema general de ajuste de redes fotogramétricas y geodésicas, es decir, con aptitud para tratar cualquier combinación de observaciones geodésicas y fotogramétricas.

Por lo que se refiere a la restitución fotogramétrica, debe decirse que las imágenes aerotrianguladas han estado digitalizadas con un escáner modelo PS-1 a 15 micras, obteniendo una resolución aproximada sobre el terreno de 7,5 cm.

El proceso de restitución se ha hecho sobre pares estereoscópicos formados por imágenes con geometría epipolar. Este proceso utiliza directamente los datos de orientación procedentes de aerotriangulación (ángulos y centros de proyección de cada fotograma).

Las imágenes epipolarizadas se pasan a las estaciones de restitución desde el servidor, por red o bien utilizando un exabyte donde se guardan las epipolares. Las estaciones fotogramétricas digitales tienen un disco interno de 2 Gb y un monitor de 27 pulgadas. Con el uso de gafas polarizadas se procede a la fotointerpretación y restitución de los pares estereoscópicos con el sistema de diseño gráfico de MicroStation.

Todos los pares estereoscópicos restituidos en formato DGN pasan a las estaciones de edición y control de calidad, donde se hacen los retoques y controles finales para transformarlos en hojas. De este proyecto debe destacarse que todo el parcelario rústico aparente está conectado y se puede medir directamente su extensión.

Cabe remarcar que la zona cartografiada a escala 1:2 000 en este proyecto es, aproximadamente, de 20 500 hectáreas.

Apoyo aéreo cinemático

Desde el año 1994, el Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) realiza todos los vuelos fotogramétricos y los vuelos con sensores aerotransportados con el llamado apoyo aéreo cinemático, cuya ventaja es la considerable reducción de los puntos de apoyo de campo, comportando un gran ahorro económico y la reducción del tiempo de aerotriangulación, es decir, un aumento de la productividad.

El apoyo aéreo cinemático consiste en el uso de un receptor GPS (*Global Positioning System*) de doble frecuencia (L1 y L2), embarcado en el avión que captura las medidas de fase de las dos frecuencias y los códigos C/A y P sobre L1 y P sobre L2. Se registra una época cada 0,5 segundos. Para poder procesar las observaciones GPS de manera diferencial se utiliza la estación permanente Ebre que registra las observaciones GPS al mismo tiempo que se realiza el vuelo fotogramétrico.

El cálculo del apoyo aéreo se efectua con el programa SKIP (*Static and Kinematic Positioning*). Para realizar el cálculo son necesarias las observaciones GPS del receptor móvil del avión, las observaciones GPS del receptor situado en la estación de referencia, las efemérides y las anotaciones de los tiempos exactos en que se realiza cada fotografía. El programa calcula la posición del receptor móvil respecto del de la estación de referencia para cada época. Ésto se realiza por pasadas, fijando antes de cada pasada unas ambigüedades aproximadas que son calculadas a partir de una posición del receptor móvil. Esta posición se calcula por la medida de la seudodistancia. Una vez calculadas las ambigüedades aproximadas, éstas se mantienen constantes a lo largo de la pasada, y la trayectoria se calcula por la medida de las fases de la frecuencia L1. El error sistemático generado por el uso de ambigüedades aproximadas queda absorbido por los parámetros de deriva introducidos en el cálculo de la aerotriangulación. Una vez obtenidas las coordenadas de la antena del receptor móvil para cada época, se calculan las coordenadas de la antena en el momento en que se ha hecho cada fotografía. Los tiempos exactos de exposición de cada fotografía se registran por el receptor, así es posible determinar las coordenadas buscadas por interpolación. El programa interpola según una cúbica a partir de las coordenadas de las cuatro épocas más cercanas al tiempo de exposición de cada fotografía. Las coordenadas del centro de la antena para cada fotografía se obtienen con una precisión relativa de 10 cm.

Para calcular las coordenadas del centro de la proyección de cada fotograma a partir de las coordenadas de la antena, se incorporará el vector excentricidad de la antena (*offset*) en el cálculo de la aerotriangulación.

En la siguiente tabla podemos ver la evolución de la producción de los modelos aerotriangulados en el ICC en el período comprendido entre los años 1991 y 1996.

Año	Número de modelos		
	clásicos	GPS	total
1991	5 176	-	5 176
1992	6 192	-	6 192
1993	6 035	-	6 035
1994	2 286	2 644	4 930
1995	1 363	7 461	8 824
Sep. 96	322	6 042	6 364
1996 *	483	9 063	9 546

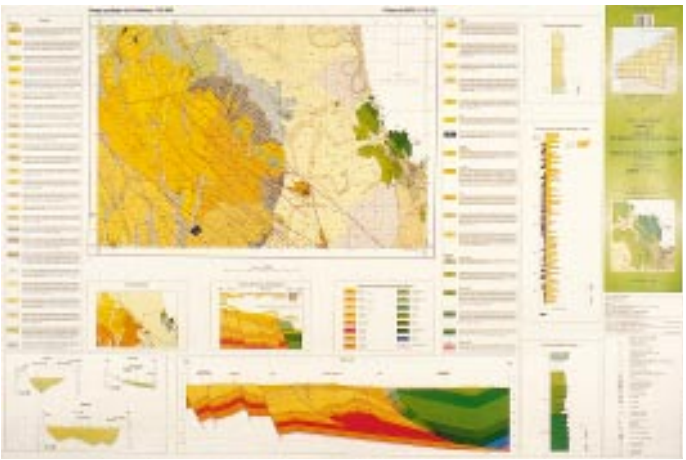
* Estimación total de 1996

Mapa geològic de Catalunya 1:25 000. Inicio de la serie

El Servicio Geológico de Cataluña del Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) está llevando a cabo diversos proyectos de cartografía geológica que se añaden a otros productos cartográficos disponibles (mapa gravimétrico 1:500 000, 1987; mapa geológico 1:250 000 y mapa aeromagnético 1:250 000, 1989; mapa de las áreas hidrogeológicas, 1992, y corte geológico del Pirineo central 1:200 000, 1992). En el año 1990 se empezó a redactar los borradores del proyecto *Mapa geològic de Catalunya 1:25 000* y cartografía geológica de la Región I a escala 1:10 000.

Los objetivos de la serie *Mapa geològic de Catalunya 1:25 000* son proporcionar al usuario público y privado documentos completos y homogéneos aptos para su utilización en la planificación territorial y la obra pública, y poner a disposición de todos los usuarios documentos utilizables directamente sobre el terreno. Las hojas se publican sobre las bases topográficas a escala 1:25 000 del ICC. Además, al estar los datos incorporados en un sistema de información geográfica, se pueden extraer cartas temáticas muy específicas.

La escala de trabajo es 1:25 000, aunque en zonas de malos afloramientos o estructuralmente complejas se utiliza la escala 1:10 000.



El trabajo de campo se lleva a cabo siguiendo los métodos habituales de reconocimiento sobre el terreno y análisis de los datos obtenidos. Los sedimentos cuaternarios se estudian desde el punto de vista geológico además del geomorfológico. El trabajo de gabinete se realiza sobre un sistema informático, basado en PC y en fase de prueba, donde los datos de campo que se introducen van a parar a un sistema de información geográfica. La edición y la publicación se hacen íntegramente en el ICC de manera totalmente digital.

La zona de Barcelona y sus alrededores (unos 40 kilómetros de radio) está siendo cartografiada a escala 1:10 000, porqué debido a su alta densidad se necesita una base especialmente detallada para su planificación. Esta cartografía, que requiere una red de observación de campo mucho más densa, es, de momento, de uso interno para proyectos específicos.

El ICC es consciente de la ambición de este proyecto pero, al mismo tiempo, hay una demanda sistemática de la información que esta serie comporta. En estos momentos hay las hojas siguientes publicadas: 1994, 4 hojas; 1995, 7 hojas, y 9 hojas previstas de publicar el 1996.

Proyecto Cartocentro-I

El Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional de Venezuela, dentro del convenio establecido con el Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) para la transferencia de alta tecnología en materia de ortofotomapas digitales, ha elaborado las hojas de la serie del ortofotomapa en color a escala 1:25 000, correspondientes a la hoja Caracas NC-19-8 a escala 1:250 000 sobre una superficie de 1 162 500 hectáreas.

Cartocentro-I es un proyecto piloto de producción de ortofotomapas digitales en color, enmarcado en el ámbito del convenio marco de cooperación suscrito por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables y el Departament de Política Territorial i Obres Públiques de la Generalitat de Catalunya.

El Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, mediante el Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional, habiendo constatado variaciones significativas no solamente en la área metropolitana de la ciudad de Caracas, sinó también en las zonas periféricas de esta ciudad, impulsó la actualización de la cartografía básica de esta zona del país.

La gran dinámica de crecimiento incontrolado de esta área ha causado un fuerte impacto en los recursos naturales, una insuficiencia de servicios públicos y otros problemas sociales y económicos. Con todo ello, y para establecer un archivo de datos topográficos digitales que permita ser incorporado en las bases de datos del Ministerio y otras instituciones del sector público y privado, el Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional y el ICC han desarrollado estos ortofotomapas basados en la infraestructura digital previamente existente y también en base a un riguroso sistema de especificaciones técnicas que dan, como resultado, un producto uniforme.

El proyecto Cartocentro-I fue diseñado para cubrir fotogramétricamente la zona centro y norte de Venezuela y, específicamente, Caracas y sus alrededores a escala 1:25 000. Este producto, que permitirá una actualización rápida de la cartografía existente, tendrá una gran utilidad en aplicaciones de catastro, planificación urbana, localización de servicios, usos del suelo, monitorización de parques naturales y reservas hídricas, etc. El hecho de ser un producto totalmente digital permitirá que sea incorporado como base en los sistemas de información geográfica en desarrollo en la área de Caracas.

Productos generados

- 93 hojas de la serie del ortofotomapa en color (1 000 ejemplares impresos de cada una de ellas),
- 12 CD-Rom que incorporan 8 hojas digitales de la serie del ortofotomapa en cada uno de ellos,
- especificaciones para la maqueta digital de la serie,
- especificaciones para la toponimia digital de la serie, y
- base de datos de modelos digitales del terreno 45 x 45 metros.

Visita de DIGSA

El día 26 de julio de 1996 los directores de los institutos geográficos de Sudamérica se trasladaron a Barcelona para mantener contactos técnicos y visitar las instalaciones del Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) aprovechando la reunión número 13 de DIGSA (*Directores de Institutos Geográficos de Sudamérica, España y Portugal*), que se llevó a cabo en España durante aquella semana.

Representantes de Argentina, Uruguay, Colombia, Perú, Ecuador, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Venezuela visitaron el nuevo edificio del ICC, interesándose, particularmente, por las actividades que se están llevando a cabo actualmente para Argentina, Bolivia y Venezuela.

Mención honorífica

Durante el pasado congreso de la *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing* (ISPRS) celebrado en Viena, Austria, el mes de julio de 1996, se entregó al doctor Ismael Colomina Fosch, jefe del Servicio de Geodesia del Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC), una mención honorífica por su labor al frente de la Comisión III del grupo de trabajo II/1 y por la preparación del *Integrated Sensor Orientation Workshop* celebrado en Barcelona el mes de septiembre de 1995. Esta mención es un reconocimiento del trabajo llevado a cabo por el joven equipo que integra el Servicio de Geodesia y el mismo ICC.

© Institut Cartogràfic de Catalunya
Parc de Montjuïc – E-08038 Barcelona – Teléfono 34-3-425 29 00 – Telefax 426 74 42 – E-mail: davids@icc.es
Balmes, 209-211 – E-08006 Barcelona – Teléfono 34-3-218 87 58 – Telefax 218 89 59
Emili Grahit, 10 A – E-17002 Girona – Teléfono 34-72-20 04 93 – Telefax 20 04 93
Doctor Fleming, 19 – E-25006 Lleida – Teléfono 34-73-27 47 76 – Telefax 27 47 76
Anselm Clavé, 1 – E-43004 Tarragona – Teléfono 34-77-23 01 56 – Telefax 23 01 56

Esta hoja informativa es una publicación trimestral gratuita disponible en catalán, castellano e inglés.
Año 1 – Número 1 – Septiembre 1996 – ISSN: en trámite – Depósito Legal: B.39 884-1996