

MAPPING

REVISTA DE CARTOGRAFIA, SISTEMAS DE INFORMACION
GEOGRAFICA, TELEDETECCION Y MEDIO AMBIENTE



PRECIO 900 PTAS.

1997

Nº 38 MAYO

ESPECIAL
MTN 25



Un Sistema de Información Geográfica sobre Windows NT... en la palma de su mano

Quizás su SIG esté funcionando actualmente en una red basada en UNIX. Probablemente esté Ud. utilizando sus herramientas ofimáticas en un sistema Windows*.

¿No le gustaría disponer de la familiaridad y sencillez de utilización del entorno Windows de Microsoft, tanto para su Sistema de Información Geográfica como para su procesador de textos y su hoja de cálculo? Sin duda. ¿Quizás le preocupa la migración a partir de su sistema actual? La solucionaremos. ¿Porqué no disfrutar ya de un sistema que puede acceder y compartir datos en un entorno único, sin solución de continuidad... y de una compañía que entiende sus necesidades?

Intergraph tiene la solución SIG para sus problemas. Durante los tres últimos años*, Intergraph ha sido el suministrador líder en SIG. Durante este período hemos suministrado productos basados en Windows NT, tales como **MGE** y **FRAMME**, a un número cada vez mayor de clientes, asegurándonos siempre de proteger sus inversiones en datos. Hoy en día disponemos de la gama más amplia de soluciones de software técnico para este sistema operativo, con cerca del 93% del mercado mundial de SIG sobre Windows NT y soluciones para prácticamente cualquier necesidad: desde visualización a bajo coste hasta gestión y análisis de los datos, Intergraph dispone de la solución SIG en el entorno Windows NT.

Y ahora, más que nunca, esta solución está al alcance de su mano.

Si desea recibir más información o presenciar una demostración, póngase en contacto con una de las oficinas de Intergraph España: Madrid, tlf. (91) 3728017 · Barcelona, tlf. (93) 2005299 · Bilbao, tlf. (94) 4634066.

Y no olvide consultar nuestra información WEB en

<http://www.intergraph.com/iss/products/mapping> <http://www.intergraph.com/spain>

INTERGRAPH
SOFTWARE SOLUTIONS

¡Entre en la Topografía del futuro, hoy!



Dé un paso seguro hacia el Próximo Siglo con los innovadores Programas de Topcon y su Tecnología. 65 años liderando la industria de fabricación de instrumentos.

Desde su creación en 1932, TOPCON ha estado dando forma al progreso de la industria topográfica ofreciendo una línea completa de productos para la topografía con tecnología punta. Adoptando lo que llamamos La Estrategia del "Principio", TOPCON confirma su compromiso con el progreso y su pensamiento siempre por delante.

Empiece el siglo XXI con un Líder. Empiece con TOPCON.



Edita:
CARTOSIG EDITORIAL, S.L.

Editor - Director:
D. José Ignacio Nadal

**Redacción, Administración
y Publicación:**
Pº Sta. Mª de la Cabeza, 42
1º - Oficina 3 - 28045 MADRID
Tel.: (91) 527 22 29
Fax: (91) 528 64 31
<http://www.ctv.es/mapping>
Email: mapping@ctv.es

Delegación en Andalucía:
D. Miguel A. Jiménez
Luz Arriero, 9 - 41010 SEVILLA
Tel.: (95) 434 25 11
Fax: (95) 434 41 34

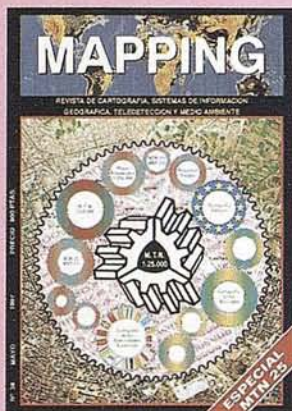
Fotomecánica:
Hazel, s. l. Sistemas de Reproducción

Impresión:
COMGRAFIC, S.A.

ISSN: 1.131-9.100
Dep. Legal: B-4.987-92

Mapa cabecera de MAPPING:
Cedido por el I.G.N.

Portada:



Prohibida la reproducción total o parcial de los originales de esta revista sin autorización hecha por escrito.

No nos hacemos responsables de las opiniones emitidas por nuestros colaboradores.

- 6** JOSÉ CEBRIÁN PASCUAL. SUBDIRECTOR GENERAL DE PRODUCCIÓN CARTOGRÁFICA DEL I.G.N.
- 10** LA CARTOGRAFÍA BÁSICA OFICIAL DE ESPAÑA: EL MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL A ESCALA 1:25.000
- 22** OBTENCIÓN DEL MTN50 POR GENERALIZACIÓN CARTOGRÁFICA DEL MTN25 DIGITAL
- 30** ACTUALIZACIÓN DEL MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL ESCALA 1:25.000
- 42** DGPS Y LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICOS
- 50** RESTITUCIÓN NUMÉRICA DEL MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL 1:25.000 EN EL I.G.N.
- 56** DESCRIPCIÓN Y CONTENIDOS DEL MTN25
- 72** LA TOPONIMIA EN EL MTN25
- 76** LA BASE CARTOGRÁFICA NUMÉRICA 1:25.000 (BCN25)
- 84** EL MODELO DIGITAL DEL TERRENO 1:25.000 (MDT25)
- 88** ASPECTOS TÉCNICOS DE LA REALIZACIÓN DE ORTOFOTOS DIGITALES EN COLOR 1/25.000

Ahora tiene hasta 100.000 ptas. de descuento en un HP DesignJet 750C Plus con software para CAD. Y esto no es un sueño.

Parece difícil de creer pero como sus mejores ideas, debería usted ver esta oferta en papel. Compre su software de CAD favorito junto con cualquiera de nuestros fantásticos HP DesignJet* y nosotros le daremos hasta 100.000 ptas. de descuento.**

De esta forma por mucho menos dinero, usted podrá poner sus ideas en pantalla de la manera más fácil y profesional, además de imprimirlas en papel.

Después de todo, la calidad de impresión es sorprendente, con negros más oscuros, textos nítidos, bordes afilados y curvas suaves.

Y cuando imprima en color usted podrá disfrutar de un beneficio extra gracias a nuestra nueva tecnología de inyección de tinta, porque ahora dispone de una altísima calidad de impresión en papel normal y con una gran variedad de tamaños que van desde A4 hasta A0.

Así son los sueños, el mejor software e impresora por menos dinero.

Si desea más información, llame al Servicio de Información Hewlett-Packard:

☎ 902 150 151.



LLAME AHORA AL 902 150 151.



*Existen diferentes descuentos para cada modelo.

**Oferta válida desde el 1 de Marzo hasta el 30 de Junio en los siguientes paquetes de software para CAD: AutoCAD, AutoCad LT, Bentley Microstation, Intergraph Imagineer/Imagination Engineer, Intergraph Solid Edge, HP ME 10/30, CadKey, Micro-CADAM, Parametric Pro/Junior, Parametric Pro/Engineer, Precisionsoft Swiss Precision Engineer, CADdy, Acadgraph, Graphisoft ArchiCAD, MiniCAD, IEZ Speedikon, Logocad Nemetschek ALLPLAN y cualquier otra aplicación de CAD con un coste superior a 150.000 ptas.

JOSÉ CEBRIÁN PASCUAL

Subdirector General de Producción Cartográfica del Instituto Geográfico Nacional

Nacido en Alcoy (Alicante) el 16 de mayo de 1959. Ingeniero de Montes por la Universidad Politécnica de Madrid, con Premio Nacional Fin de Carrera 1982.

Entre 1982 y 1984, realiza estudios de doctorado y desarrolla tareas de investigación y colaboración docente en la UPM. Como Ingeniero de Montes, participa en diversos proyectos de Inventario, Ordenación de Montes y Planificación para el Desarrollo Integral de Zonas de Montaña.

En 1984, ingresa por oposición en el Cuerpo Nacional de Ingenieros Geógrafos, siendo destinado sucesivamente en las áreas de Fotogrametría y Edición Cartográfica, especializándose en la modernización de las técnicas cartográficas. En 1988 se le asigna la dirección del recién creado Servicio de Edición y Trazado, desde donde implanta y pone en producción, por primera vez en España, un sistema integral de producción automática de cartografía. Durante esta etapa completa su formación en materia informática y en organización de empresas.

En 1993 ingresa, como funcionario de carrera, en el Cuerpo Superior de Sistemas y Tecnologías de la Información de la Administración del Estado.

En 1994 es nombrado Subdirector General de Geodesia y Mapa Topográfico Nacional, acometiendo la puesta en marcha del nuevo Plan de Producción del MTN25, junto con un programa estratégico de renovación



tecnológica, inversiones y reconversión del personal.

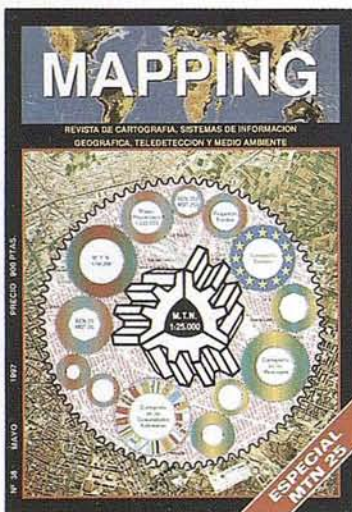
Desde 1995 es Subdirector General de Producción Cartográfica, asumiendo las líneas funcionales de Cartografía Básica (MTN25 y MTN50), Cartografía Temática y Derivada (Atlas Nacional de España, Serie 200 y otros), Producción Gráfica (Laboratorios y Talleres) y Deslindes Jurisdiccionales Municipales, dirigiendo a un cualificado equipo humano de más de 300 técnicos.

Titulado en Cooperación Internacional

(AECI, 1992), está acreditado como experto en Cartografía ante el IPGH en representación de España.

Es miembro de diversas Comisiones Nacionales e Internacionales y Presidente de la Comisión del Plan Cartográfico Nacional, en el seno del Consejo Superior Geográfico del que es vocal.

Ponente y autor de numerosas colaboraciones sobre temas de cartografía e informática gráfica, participa habitualmente como profesor en cursos master y de especialización universitarios.



El Mapa Topográfico Nacional, entendido en el contexto de un Proyecto Global cuyo producto central es el MTN25 digital y sus principales facetas la BCN25 y el MDT25, constituye junto con las redes Geodésicas y de Nivelaciones la infraestructura básica del Sistema Cartográfico Español, siendo esta la aportación de nuestro Estado al establecimiento de la referencia geográfica europea.

Por su vocación integradora, garantiza la coherencia entre sí de productos derivados o de valor añadido elaborados a partir de bases referenciadas al sistema que define.

De este papel normalizador deriva la verdadera importancia económica del proyecto, ya que la posibilidad de relacionar diferentes datos georreferenciados y Sistemas de Información Geográfica de diversa naturaleza puede producir un ahorro importante al evitar reiteraciones en la fase más costosa del proceso cartográfico: la captura del dato.

La posibilidad de integrar el dato local en proyectos transnacionales de ámbito europeo y a su vez aprovechar datos de dichos proyectos para la gestión local, aconseja como solución la referencia al MTN25.

IMAGINE QUE SU PROGRAMA GIS PUDIERA TRABAJAR CON SU PROGRAMA CAD,
 Y SU PROGRAMA CAD CON SU PROGRAMA GIS,
 Y QUE AMBOS TRABAJARAN EN LA WEB.
 SERÍA UN MUNDO FASCINANTE.

Visítenos en:
 ExpoGeomática
 del 3 al 5 de Junio - Madrid
 Stands 29 al 31

La familia GIS de Autodesk

Todos Trabajando Juntos

Bienvenido al GIS tal y como debe ser. GIS, CAD y WEB, todos trabajando al unísono de una forma simple y compacta. Bienvenido, en otras palabras, a la familia de programas de Autodesk para la Cartografía y el GIS.

Se trata de una nueva familia de aplicaciones que le permitirán crear, integrar y comunicar CAD, GIS y datos asociados. Los tres son compatibles entre sí y prácticamente, con cualquier otro programa.

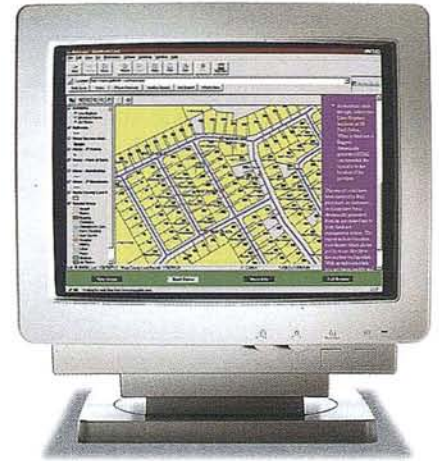
Para más información, visítenos en www.autodesk.com/gis, envíenos el cupón inferior o llámenos al 93-473 33 36. Le mostraremos el fascinante mundo GIS de Autodesk.



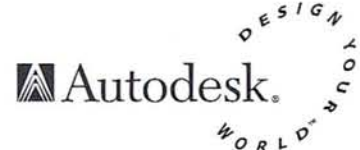
AutoCAD® Map™ es la solución de Autodesk para la creación y mantenimiento de información cartográfica en un entorno CAD. AutoCAD Map produce mapas y crea datos espaciales de una manera fácil y eficiente. Y sus herramientas de análisis agregan inteligencia a sus mapas.



Autodesk World™ es un GIS para el mundo real. Trabaja con la información existente, independientemente de su formato. Está certificado para Windows 95 y Windows NT. Incorpora tecnología estándar como Microsoft VBA, OLE, Jet Engine de MS Access, Seagate Crystal Reports y el formato de fichero DWG de AutoCAD.



Autodesk MapGuide™ es la primera solución para la WEB que le permite editar, publicar y distribuir mapas y contenidos relacionados entre sí a través de Internet e Intranets. Está diseñado específicamente para cumplir las necesidades de distribución y comunicación de datos GIS a un gran número de usuarios.



AutoCAD Map, Autodesk, Autodesk MapGuide, Autodesk World y el logotipo de Autodesk son marcas registradas de Autodesk, Inc. Microsoft, Windows y el logotipo de Windows son marcas registradas de Microsoft Corporation.

Rellene este cupón y envíelo a: Autodesk c/ Constitución, 1 - 08960 Sant Just Desvern (Barcelona) - Fax: (93) 473 33 52

Empresa Actividad

Nombre y Apellidos Cargo

Dirección Población

C.P. Tel.: Fax:

LA CARTOGRAFÍA BÁSICA OFICIAL DE ESPAÑA: EL MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL A ESCALA 1:25.000

José Cebrían Pascual
Ingeniero Geógrafo
Subdirector Gral. de Producción Cartográfica (IGN)

Lorenzo García Asensio
Ingeniero Geógrafo
Subdirector Gral. Adjunto de Informática (IGN)

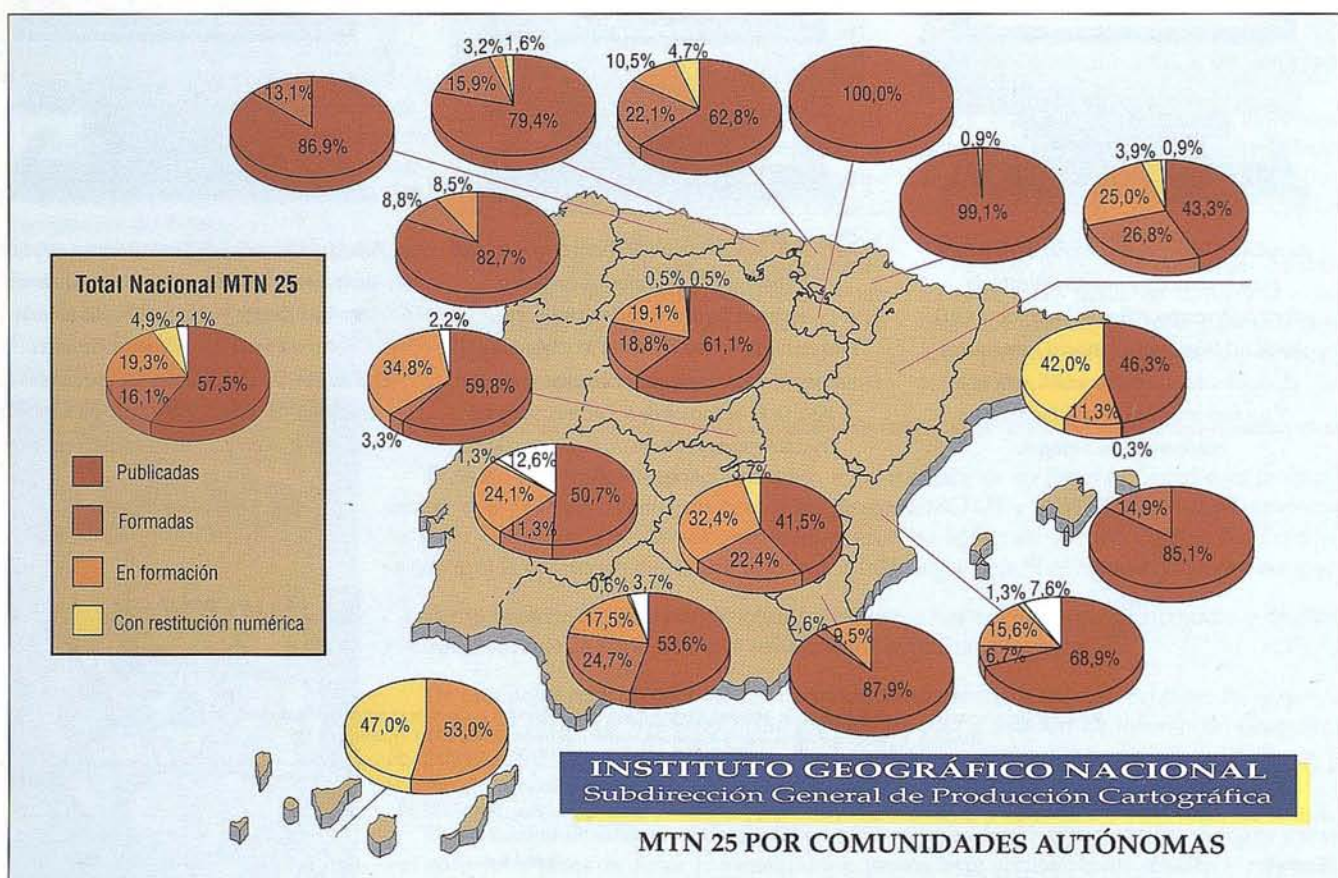
Iniciada su producción en 1975, su objetivo era complementar el Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 (MTN50) cuya ejecución acababa de finalizar, en aquellas zonas cuya dinámica o importancia lo requiriera, de modo que se establecieron como prioridades las costas, fronteras, grandes núcleos urbanos y grandes infraestructuras. Posteriormente, adquirió vocación de recubrimiento total del territorio nacional, unos 50 millones de hectáreas, mediante 4.169 hojas.

1. Introducción

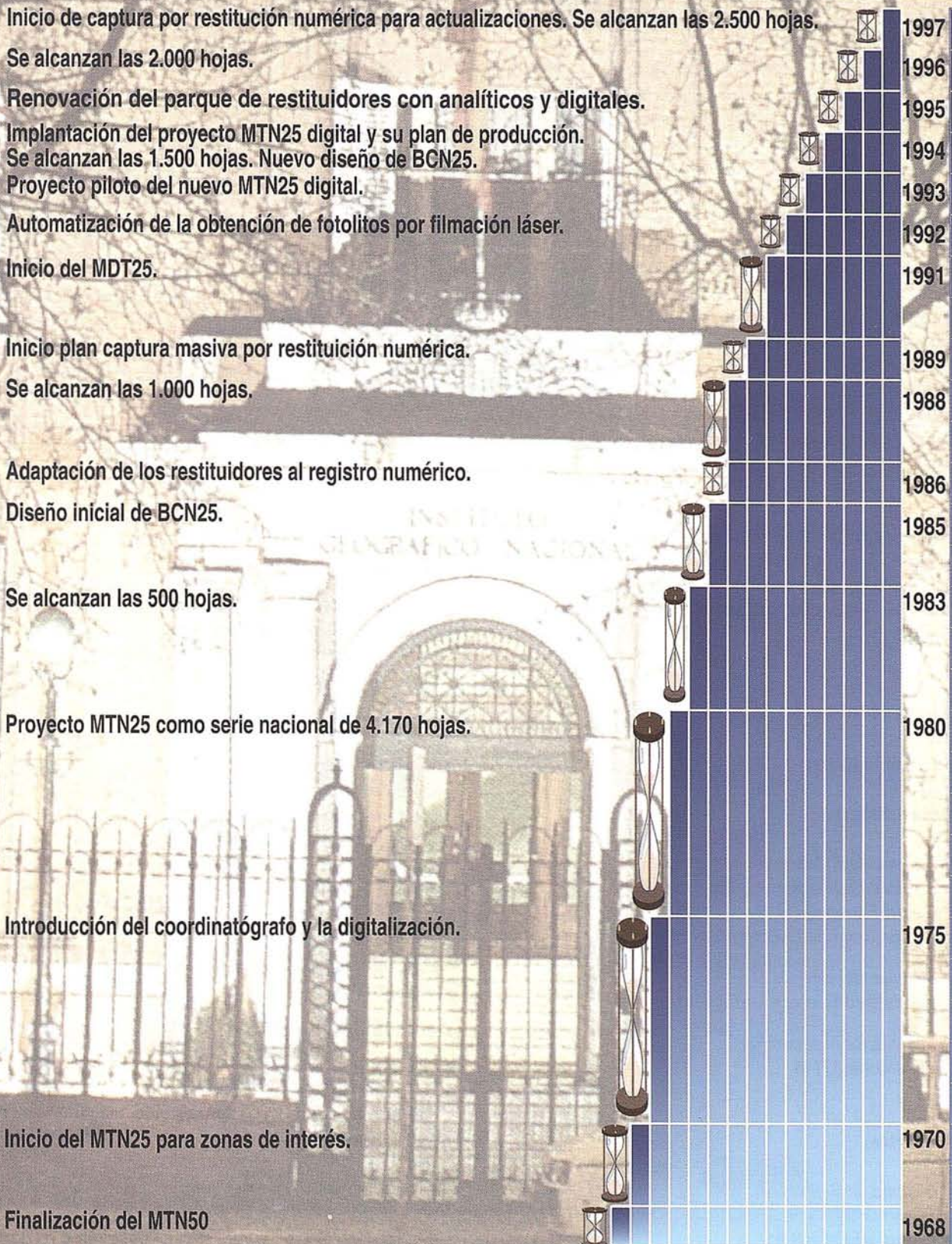
El Instituto Geográfico Nacional de España tiene como proyecto cartográfico prioritario la formación del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000 (MTN25) como cartografía básica del Estado, ofreciendo una representación detallada y precisa del territorio en sus aspectos morfológicos y de los derivados de la presencia del hombre y sus acciones, así como del medio natural.

La envergadura y duración del proyecto ha propiciado un variado empleo de metodologías, de forma paralela al desarrollo de las técnicas cartográficas contemporáneas.

En la actualidad, está realizado el 70 por 100 y se prevé su finalización en el próximo año. Resulta especialmente destacable el ritmo de producción seguido en los tres últimos ejercicios (500 hojas/año), en base a una metodología



EVOLUCIÓN DEL PROYECTO MTN25



de trabajo de alta productividad con todas sus fases informatizadas, obteniéndose como producto básico el mapa digital a partir del que, mediante técnicas de filmación láser, se obtienen automáticamente los positivos destinados a la publicación del mapa impreso.

La ejecución de este proyecto involucra a más de 200 personas, distribuidas tanto en los Servicios Centrales como en los Servicios Regionales del Instituto Geográfico Nacional, y a una potente infraestructura informática de la que debe destacarse el soporte lógico cuyo núcleo principal fue desarrollado y, hoy día, continuamente optimizado con recursos humanos propios del I.G.N.

Durante 1997 se pretenden cumplimentar dos importantes objetivos. El primero de ellos consiste en completar la cobertura del Estado teniendo en cuenta tres tipos de productos a escala 1:25.000: hojas realizadas por procedimientos clásicos analógicos, hojas realizadas por procedimientos digitales y hojas con restitución fotogramétrica en soporte digital. El segundo objetivo lo constituye la ejecución del proyecto piloto para la obtención del MTN50 por generalización del MTN25 digital, para su inmediata puesta en marcha.

Finalmente en 1998 se pretende, como principal objetivo, completar la cobertura digital del Estado a escala 1:25.000 mediante las hojas realizadas por procedimientos digitales y las hojas con restitución fotogramétrica en soporte digital.

2. Ficha técnica del MTN25

Proyecto cartográfico

Península y Baleares:

- *Sistema de Referencia:*
Elipsoide Internacional (Hayford, 1924).
Datum Europeo.
Origen longitud Greenwich.
- *Sistema Geodésico:*
RE50 (Red Europea Unificada).
- *Sistema Representación:*
Proyección UTM.

Islas Canarias:

- *Sistema de Referencia:*
Elipsoide WGS 84.
Datum REGCAN 95.
Origen longitud Greenwich.

- *Sistema Geodésico:*
REGCAN 95.
- *Sistema Representación:*
Proyección UTM.

Contenidos

Se corresponden con una densidad de información adecuada para su lectura fácil. Son los contenidos tradicionales de un mapa topográfico.

- *Geografía física:*
Relieve.
Hidrografía.
Usos del suelo.
- *Geografía humana:*
Núcleos y construcciones.
Recursos naturales e industria.
Comunicaciones.
Divisiones administrativas.
Apoyos geodésicos.
- *Toponimia y rotulación*

Método

Garantiza una precisión dos veces superior a la requerida para la escala del mapa impreso.

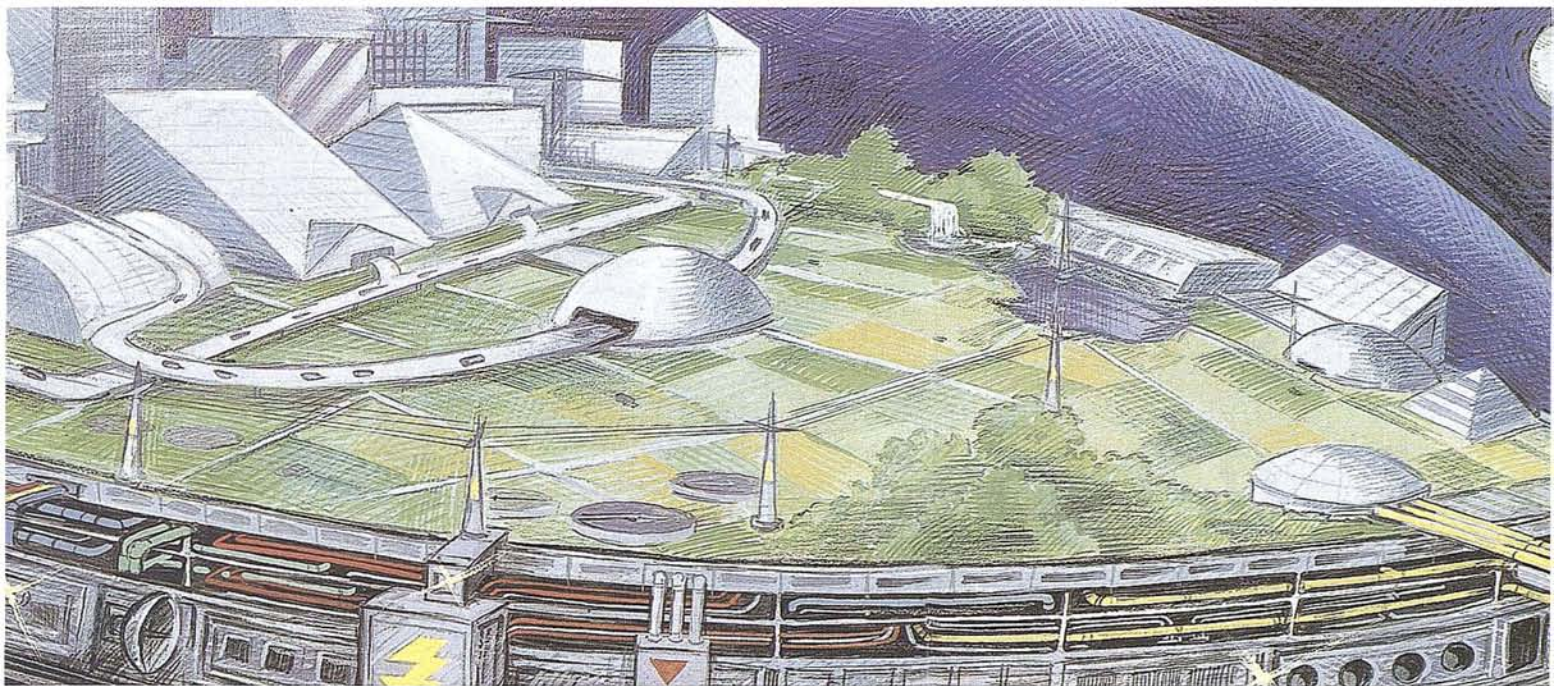
	<u>precisión</u>
Anclaje en Geodesia RE50	0,1 m
Apoyo de campo topografía clásica/GPS	0,4 m
Vuelo fotogramétrico, b/n o color, con o sin apoyo aéreo cinemático GPS	e _f : 1/40.000-1/50.000
Aerotriangulación y restitución numérica.....	3 m
Inspección de campo	
Formación y edición cartográficas informatizadas	
Trazado automático	12,5 µ
Control de calidad	

Planificación

Asegura un alto nivel de producción, así como su coordinación y control.

- *Plan de producción trianual.*
- *Desarrollo en planes anuales.*
- *Seguimiento semanal, con evaluaciones trimestrales.*

Conozca el Planeta Smallworld

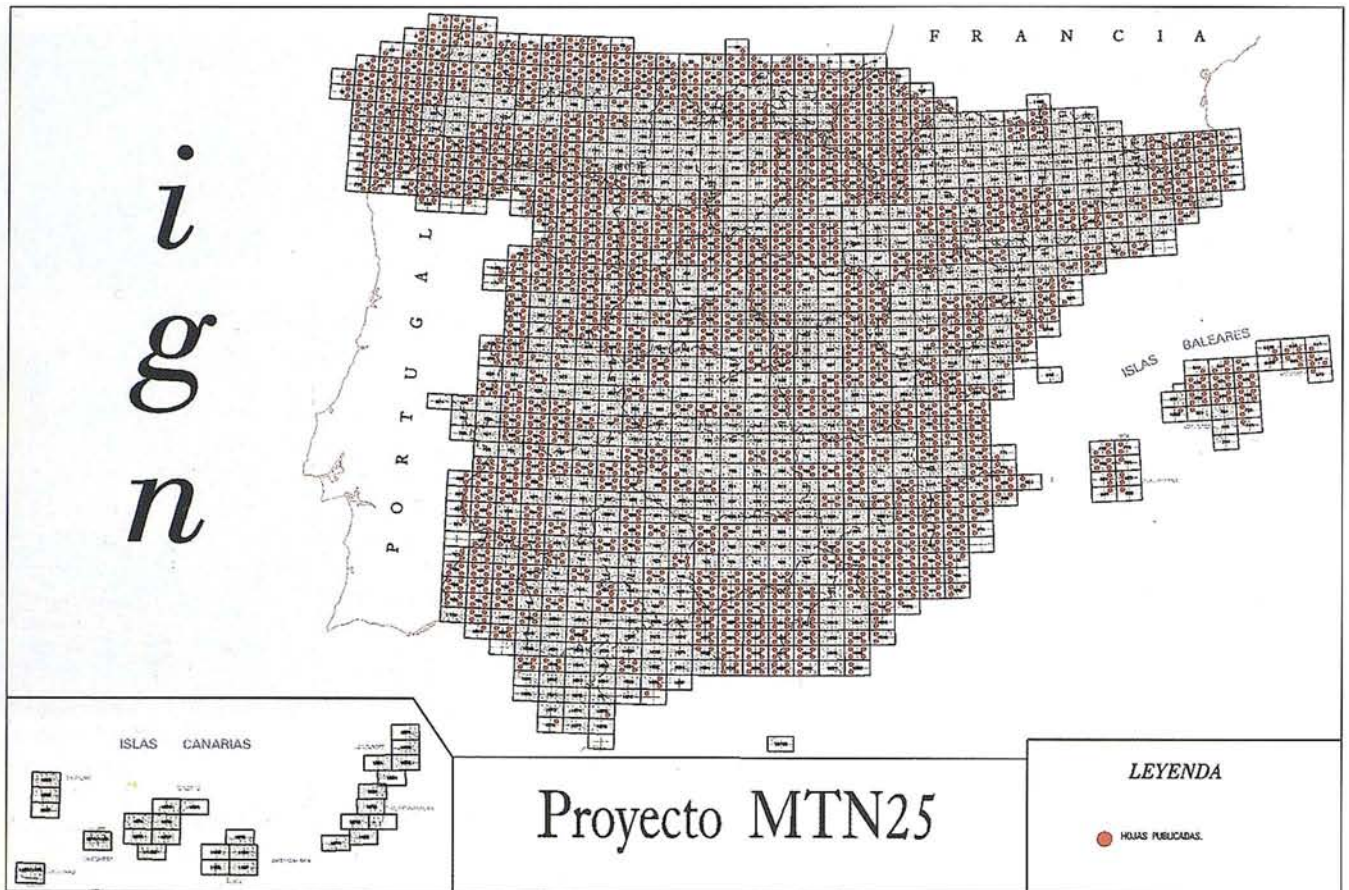


- | | |
|---------------------------|----------------------|
| cartografía | telecomunicaciones |
| análisis demográficos | hidrología |
| gestión infraestructuras | TV cable |
| agua y saneamiento | gestión municipal |
| carreteras y transportes | marketing geográfico |
| medioambiente | distribución |
| redes eléctricas y de gas | protección civil |
| urbanismo | gestión portuaria |
| planificación | seguimiento flotas |

SMALLWORLD GIS

"Líder Tecnológico en Sistemas de Información Geográfica"

SMALLWORLD SYSTEMS ESPAÑA S.A.
Pedro Teixeira, 8 • 9ª planta • 28020 Madrid
Tel. (91) 555 03 26 • Fax (91) 555 23 94
E-mail: smallworld.spain@ibm.net



3. Descripción de las etapas que componen el proceso productivo

La metodología aplicada en la producción del MTN25 se recoge en una red PERT que define los objetivos, tareas, situación y tiempos de cada estadio del proceso. Al tratarse de un proyecto que implica un considerable volumen de recursos humanos y técnicos, son necesarios unos mecanismos de control y seguimiento que permiten ajustar periódicamente las posibles desviaciones e incidencias inherentes a cualquier flujo de producción. Además, en todas las fases del proceso se realiza una validación tanto de la información de entrada como de la de salida. De esta manera, se evita el arrastre y acumulación de errores en los pasos sucesivos.

3.1. Tratamiento previo de la información procedente de restitución numérica.

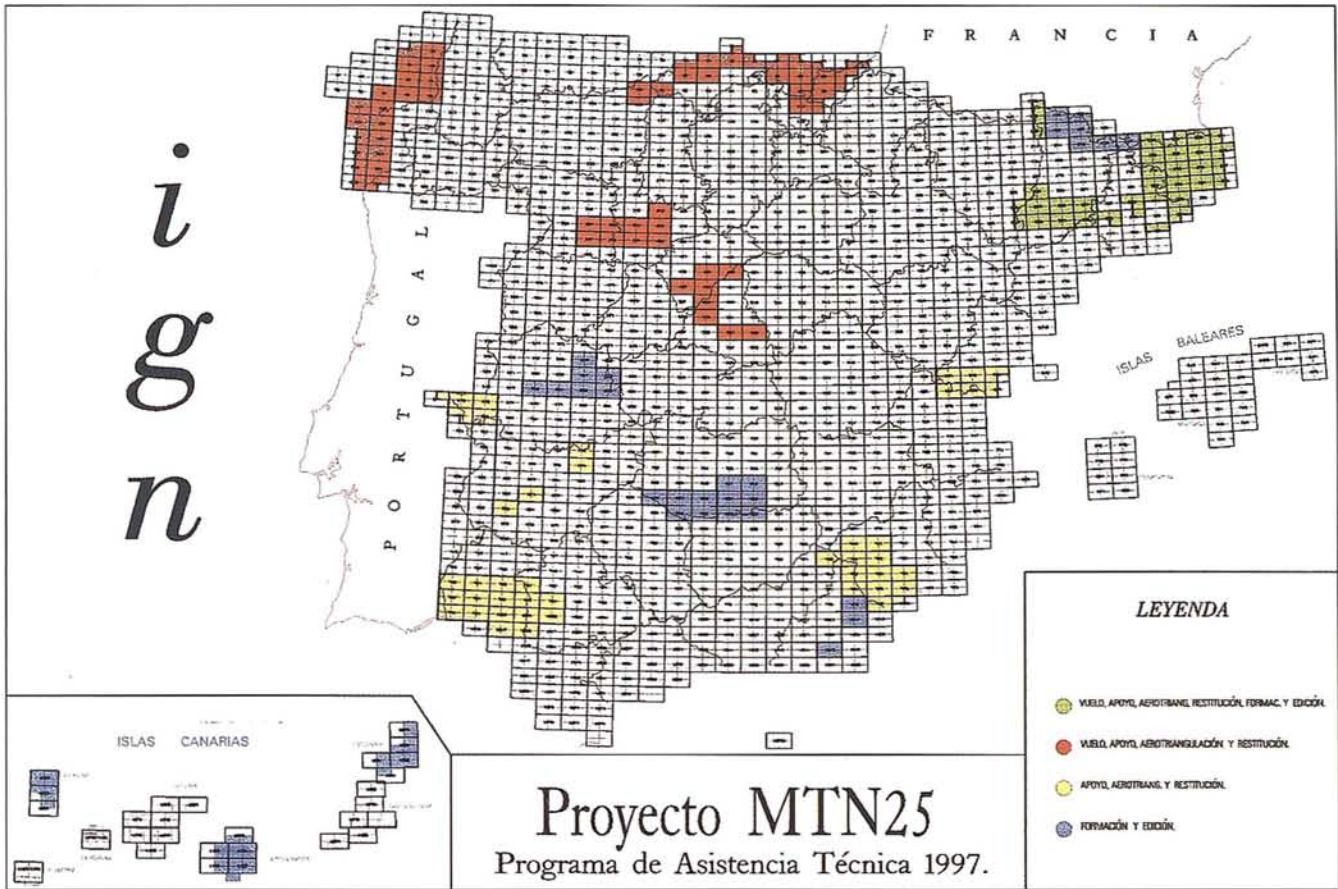
La denominada "Fase Previa" tiene como objetivo la obtención de un fichero con cierto "aspecto" de mapa, que sirva como soporte de trabajo y preparación de las fases siguientes. La experiencia ha demostrado que utilizar esta "preminuta" como base de recogida de datos de campo facilita en gran medida la tarea frente a la utilización de un simple trazado obtenido directamente de la restitución fotogramétrica.

La "Fase Previa" consiste, a grandes rasgos, en el paso de 3 a 2 dimensiones y recodificación de los elementos restituidos, la creación de recintos de usos del suelo a partir de los polígonos restituidos, la simbolización automática de ciertos elementos del mapa y la colocación de los exteriores o información marginal. Simultáneamente, se detectan posibles anomalías existentes en el fichero como elementos con codificación incorrecta o falta de continuidad geométrica, solapamiento de elementos disjuntos, etc.

3.2. Formación

Podemos definir la formación como el conjunto de tareas encaminadas a la selección y identificación precisa de la información que conformará el contenido del mapa para una escala determinada. En el caso del MTN25, la información geográfica se agrupa en los siguientes bloques:

- Altimetría.
- Planimetría.
 - Construcciones y núcleos urbanos.
 - Comunicaciones.
 - Hidrografía.
 - Usos del suelo.
 - Toponimia.
 - Divisiones administrativas.



La fase de formación es responsabilidad de un Ingeniero Técnico en Topografía y consta de tres partes claramente diferenciadas:

- Estudio y preparación previa de la preminuta.
- Investigación de campo.
- Redacción de la minuta definitiva.

En la primera parte, con el trazado obtenido tras la “Fase Previa” y una extensa documentación externa, se efectúa un estudio interrelacionado de la información, señalando las dudas e indeterminaciones que deben resolverse, al tiempo que se contemplan los elementos que es necesario añadir, suprimir o modificar y se revisan las líneas límite. A continuación, en base al estudio precedente se efectúan los trabajos de investigación de campo, destacando especialmente la investigación y compilación de la toponimia. Por último, los resultados de los trabajos de campo se incorporan a la preminuta para conformar la minuta digital definitiva.

3.3. Edición

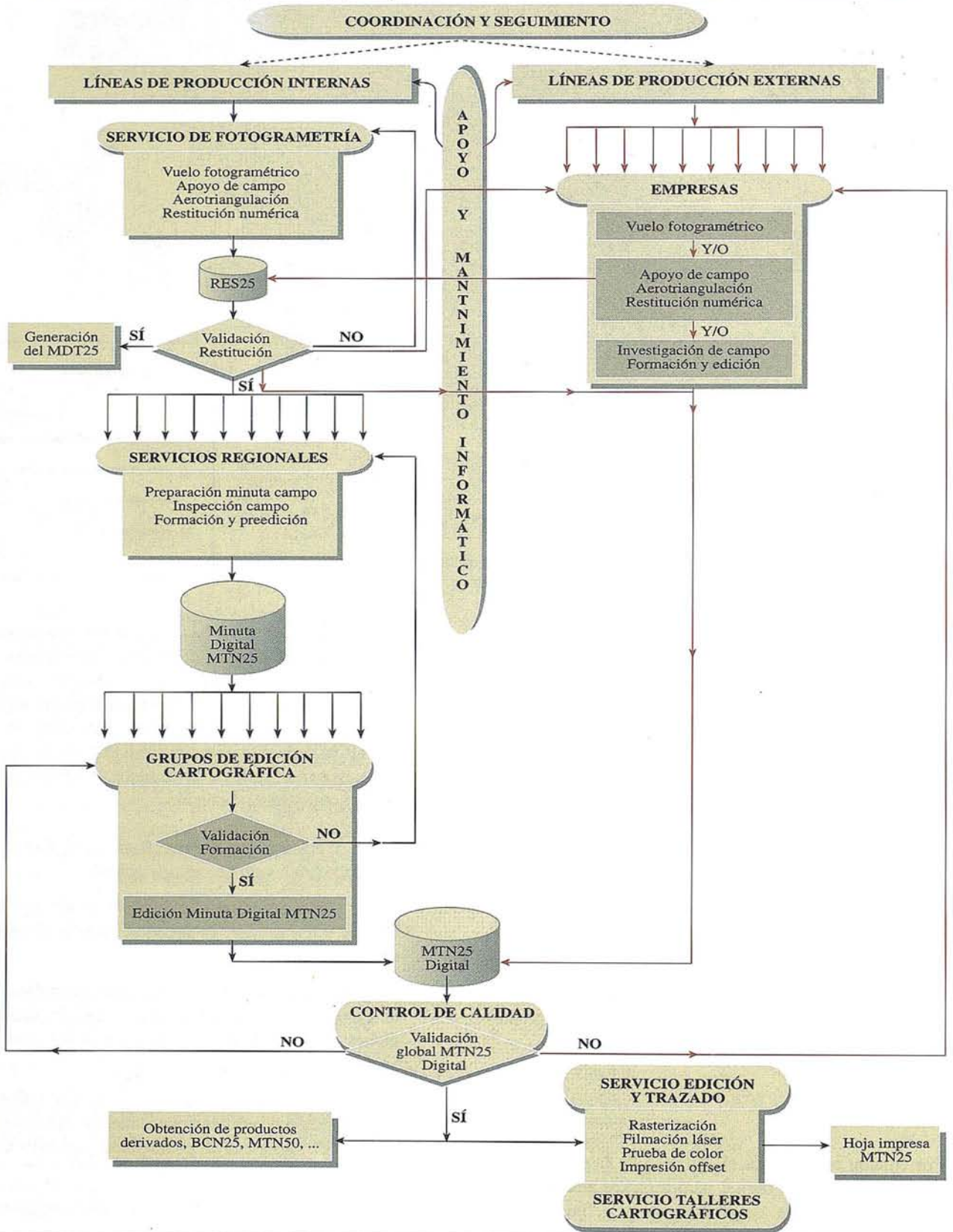
Por edición entendemos el proceso de la información contenida en la minuta digital para representarla según la simbolización y el nivel de generalización definidos en la normativa cartográfica de la serie.

El trabajo de edición se realiza parte de manera automática y parte interactiva a través de un menú informático de trabajo diseñado y desarrollado específicamente para el MTN25. En realidad el menú es el mismo que integra las herramientas informáticas utilizadas en la “redacción” de la minuta definitiva de la fase de formación. Por ello la minuta digital ya contiene una parte de los trabajos de edición necesarios, que denominamos preedición.

En la fase de edición, que realizan Delineantes Cartográficos, se contemplan las siguientes operaciones:

- Tratamiento de altimetría: representación de desmontes y terraplenes, escarpados, roquedos, rotulación de curvas de nivel, etc.
- Tratamiento de vías de comunicación: simbolización de carreteras y ferrocarriles, resolución de intersecciones (enlaces/raquetas, nudos, pasos inferiores y superiores, ...), etc.
- Tratamiento de construcciones y núcleos urbanos: simbolización de edificaciones, adecuación de la estructura de los cascos de población de acuerdo al nivel de generalización, etc.
- Tratamiento definitivo de usos del suelo, a partir del primer tratamiento en la “Fase Previa”.

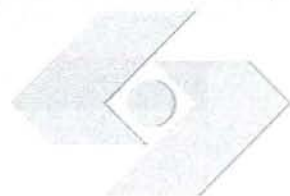
LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DEL MTN25



C E N T E N A R I O

Isidoro Sánchez, S.A.

T O P O G R A F I A



UN SIGLO DE TECNOLOGÍA Y SERVICIO AL CLIENTE

Un siglo es más que un cumpleaños, tiene el carácter del símbolo y, si nos lo permiten, de la proeza sencilla de pelear durante tanto tiempo.

Hoy, cuando alcanzamos el Centenario, es inevitable sentir agradecimiento, profundo y sano, hacia todos los que han estado de una forma u otra dentro. A los Clientes les agradecemos que hayan dado vida a nuestra empresa, a los que han reclamado habernos puesto el listón más alto, a los que nunca nos han comprado que sigan siendo un gran reto y a la competencia que nos haya enseñado tanto. A todos ellos, gracias.

Porque cien años no son casualidad

100

CENTENARIO
Isidoro Sánchez
1897 ~ 1997

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO DE:

SOKKIA

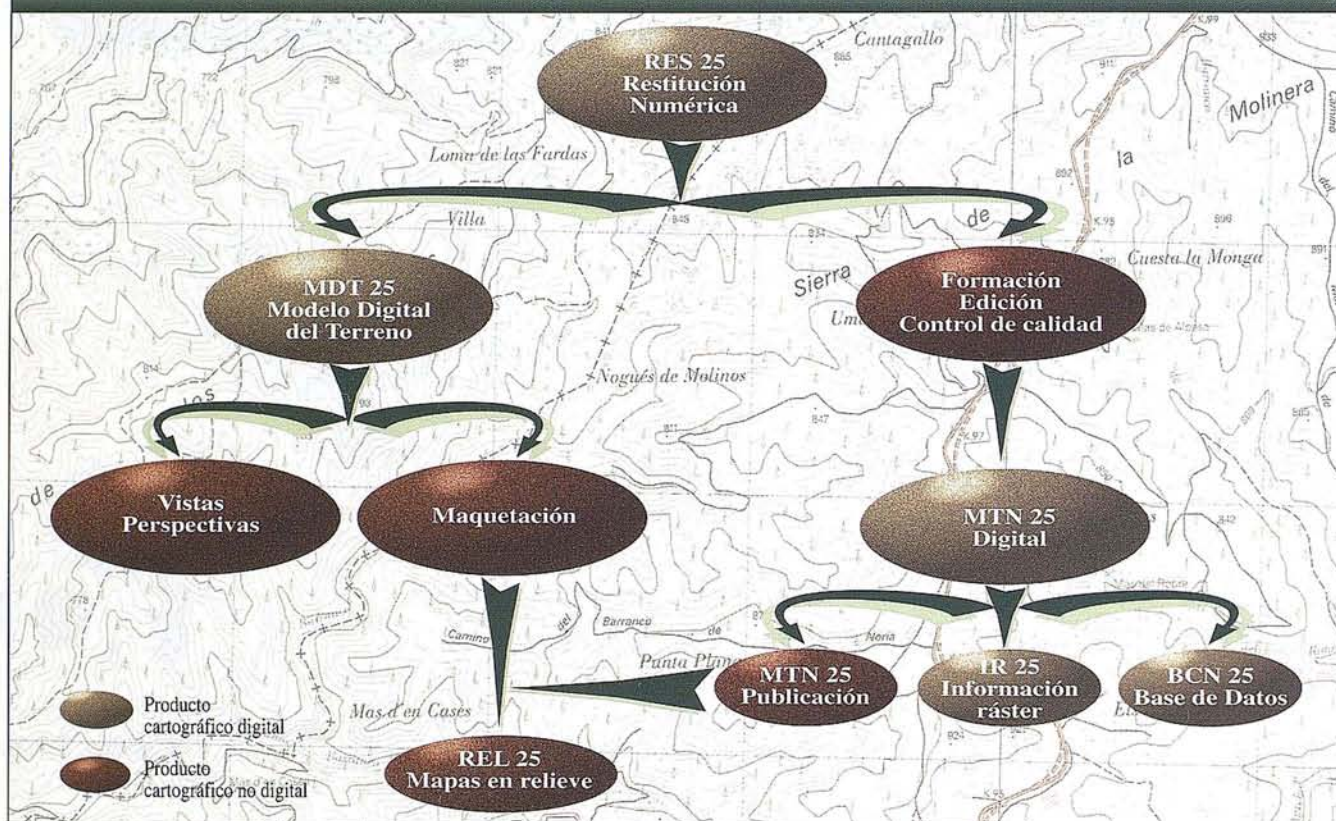
DISTRIBUIDOR GENERAL DE:

 **Trimble**



Ronda de Atocha, 16. 28012 MADRID
Tel: (91) 467 53 63 • Fax: (91) 539 22 16

PRODUCTOS CARTOGRÁFICOS DEL PROYECTO GLOBAL MTN25



- **Maquetaciones:** Maquetas del terreno elaboradas mediante máquina fresadora gobernada por ordenador que utiliza el modelo digital del terreno MDT25.
- **Mapas en relieve:** Moldeado de cartografía en relieve sobre PVC.

- Explotación de líneas administrativas para estudios de mercado.
- Anteproyectos de obra civil.
- Simulación de escenarios e infografía, etc.

4.3. Otras aplicaciones.

El MTN25 digital, además de constituir un detallado inventario métrico del Estado y fuente de los productos digitales y analógicos antes citados, también proporciona una infraestructura básica que permite desarrollar infinidad de aplicaciones en numerosos sectores tecnológicos. Baste para ilustrar este hecho la siguiente relación a título de ejemplo:

- Proyectos de telefonía móvil y seguimiento de móviles.
- Realización de estudios de ubicación e interacciones en ingeniería de medio ambiente.
- Base cartográfica para georreferenciación con GPS.
- Localización de ocurrencias de tráfico y su transmisión por el sistema RDS.

5. Conservación de la serie

Carecería de sentido un Plan de Producción Cartográfica que no contemplase de forma explícita la actualización de la serie.

Durante el primer trienio de vigencia del Plan (1995-97), por razones obvias, todos los recursos del Proyecto MTN25 se han dedicado a completar el Mapa.

Sin embargo, las nuevas condiciones con que se abordarán los subsiguientes planes plurianuales permitirán que a partir de la finalización de una hoja, ésta entre inmediatamente en expectativa de conservación. Ello significa que el Servicio Regional responsable debe proceder a la actualización continua de los ficheros digitales de cada hoja finalizada, en base tanto a documentación externa (planes de proyecto, planes urbanísticos, ...), como a levantamientos adicionales con medios propios.

- Tratamiento de la información marginal del mapa.
- Rotulación de la toponimia: selección correcta de fuentes y cuerpo en función de la categoría del topónimo, ubicación óptima de topónimos en función de los elementos circundantes, etc.

Finalizada la edición de la minuta, un Delineante Cartográfico Revisor efectuará una revisión minuciosa sobre un trazado en plotter de inyección de tinta para detectar y, en su caso, realizar las operaciones de edición residuales que resulten necesarias.

3.4. Control de calidad

Todo el trabajo de las fases precedentes se plasma en un trazado con un aspecto muy aproximado al de la publicación impresa. Este trazado se somete a una validación global por una unidad que actúa exprofeso de forma independiente al resto del entorno de producción.

El objetivo de esta fase es doble. Por una parte, garantizar la homogeneidad del mapa en todo su ámbito geográfico. Esto resulta imprescindible en una publicación de escala nacional en cuya elaboración interviene un amplio equipo humano y técnico que, además, se encuentra diseminado territorialmente. Y, por otra parte, asegurar un determinado estándar de calidad para la serie tanto en lo que se refiere a sus contenidos como a su representación cartográfica.

3.5. Filmación de positivos y publicación impresa

La validación definitiva por parte de la unidad de control de calidad desencadena, a partir de la ya hoja del MTN25 digital, una serie de operaciones sucesivas que terminan con la disponibilidad del mapa impreso:

- Rasterización de los ficheros vectoriales de la hoja.
- Filmación de fotolitos en un fotoplotter láser.
- Prueba de color mediante el procedimiento CROMALÍN.
- Pasado de planchas litográficas.
- Impresión offset.

4. El proyecto global MTN25

Pero el mapa impreso no es más que una faceta de un proyecto más amplio. Alrededor del MTN25 digital hay toda una serie de productos digitales y analógicos, algunos derivados del mismo mapa digital y otros subproductos de las distintas fases de su ejecución.

4.1. Productos digitales.

- **RES25:** Restitución fotogramétrica numérica, realizada en equipos de primer orden, procedente de vuelos a escalas 1:40.000 y 1:50.000 (excepcionalmente 1:70.000), codificada con un nivel alto de discriminación de elementos.
- **MDT25:** Modelo digital del terreno constituido por una malla cuadrada UTM de 25 metros de ancho, subdividida estrictamente según la distribución en hojas del MTN25. Dicha subdivisión se materializa en ficheros que contienen las cotas de los puntos de la malla en forma de matriz de caracteres ASCII.
- **MTN25D:** Hoja en soporte digital visualizable bajo entornos WINDOWS.
- **BCN25:** Serie digital de información geográfica con determinado nivel de estructuración topológica y de acuerdo a las siguientes especificaciones generales:
 - La serie constará de tantos ficheros como hojas componen el MTN25, y se obtendrá a partir de la información digital que haya sido utilizada directamente para obtener la edición impresa del Mapa. De esta forma quedará asegurada la completa fidelidad entre la información digital e impresa que se suministra a los usuarios.
 - Cada fichero contendrá la información necesaria para identificar y describir geoméricamente los elementos geográficos presentes en una hoja del MTN25, sin necesidad de utilizar la simbolización cartográfica convencional.
 - La información se ajustará al formato de transferencia del I.G.N., diseñado expresamente para comercializar su producción de información digital, sin perjuicio de que puedan utilizarse otros formatos internos y/o externos si se estima oportuno.

4.2. Productos no digitales.

- **MTN25:** Producto central de la serie, es el mapa impreso como publicación de propósito general de la Cartografía Básica del Estado.
- **Representaciones perspectivas:** Trazado de vistas perspectivas en forma y extensión a petición del usuario.

A este efecto, se ha licitado la adquisición de receptores GPS móviles para nuestros Servicios Regionales, que les permitan la incorporación de nuevos elementos lineales o alteraciones producidas en los mismos de forma rápida y precisa. Para conseguir una precisión congruente con los requerimientos métricos, se hace necesario seguir el método diferencial, a cuyo fin se ha estudiado la ubicación estratégica de receptores fijos en determinados puntos del territorio.

Esta infraestructura, que se implantará el próximo mes de septiembre, permitirá la aplicación del método con garantía de precisiones submétrica para cualquier punto del Estado.

También se ha previsto ubicar estaciones de restitución digital en nuestros Servicios Regionales para facilitar la ac-

tualización de elementos superficiales como urbanizaciones y otros usos del suelo. Esta tecnología, que ya ha sido validada por los Servicios Centrales del I.G.N. con la utilización de cinco equipos, será implantada a partir del próximo ejercicio.

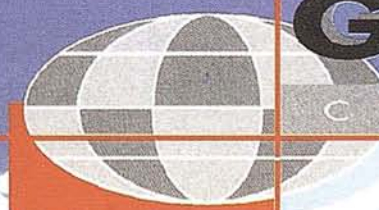
Con todo ello, y con la asistencia técnica del sector privado complementando nuestros medios, quedará asegurada la conservación continua de la serie digital.

La periodicidad de la puesta en soporte papel de cada hoja (reediciones) será selectiva, para lo cual se establecen cuatro niveles en función de su dinámica de cambio y de su interés estratégico y comercial. Los plazos oscilan entre cuatro años (nivel I) y siete años (nivel IV), implicando un volumen medio anual de unas 650 hojas.



Máquina offset de cuatro colores en los talleres cartográficos del Instituto Geográfico Nacional.

CARTOGRAFIA



GEOMAP
CARTOGRAFIA

OBTENCIÓN DEL MTN50 POR GENERALIZACIÓN CARTOGRÁFICA DEL MTN25 DIGITAL

Javier Iribas Cardona.
Ingeniero Geógrafo.

Director del Servicio Regional de La Rioja y Navarra.
Instituto Geográfico Nacional.

1. Introducción. Objetivos

La generalización cartográfica, considerada como *la selección y representación simplificada de los detalles apropiados para la escala y/o el propósito del mapa*, es una técnica utilizada en todo el mundo desde hace mucho tiempo para obtener cartografía derivada a partir de otra disponible previamente.

En las últimas décadas, la aparición de la Informática ha afectado de forma muy importante a todas las disciplinas técnicas, no siendo la Cartografía una excepción. En cada una de las diferentes fases de la cadena de producción de mapas se han ido desarrollando metodologías alternativas con tecnología digital, aunque pronto se detectó que el objetivo debía ir más allá de una mera sustitución de procedimientos, para buscar también informatizar la interpretación inteligente que del mapa hacen los usuarios.

Sin embargo, el proceso de generalización cartográfica ofrece una fuerte resistencia a su total automatización, ya que su metodología ha estado poco formalizada en reglas concretas de actuación y se ha basado fundamentalmente en la experiencia de los profesionales que la realizan. Actualmente, algunos Organismos Cartográficos Oficiales y bastantes Departamentos de Cartografía de Universidades de diferentes países están trabajando en su automatización, abordándola desde diferentes perspectivas.

Por otra parte, en el año 1.995 se completó en el Instituto Geográfico Nacional la informatización de las diferentes fases de obtención del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000, MTN25. El proyecto va a permitir disponer de una cobertura digital continua de toda España a esta escala antes del año 2.000, quedando cubiertas algunas Comunidades Autónomas con antelación.

Una vez disponibles los cuatro cuartos del MTN25 en formato digital, nos encontramos en condiciones de obtener, a partir de ellos, un nuevo Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, MTN50, cuya primera versión de las 1.130 hojas que lo componen costó casi 100 años completar con procedimientos convencionales. Para ello vamos a aprovechar por un lado la estructura de la información del MTN25, perfectamen-

te codificada y con case de todos los elementos entre hojas contiguas y, por otro, las herramientas informáticas disponibles que nos permitan derivar la información de una escala a la otra, es decir, generalizarla.

El objetivo de este artículo es informar de los trabajos que se vienen desarrollando con el fin de aplicar la generalización cartográfica al caso concreto de obtención del MTN50 a partir del MTN25, desarrollando una metodología específica perfectamente definida e implantándola en la potente red de elaboración de cartografía digital que el Instituto Geográfico Nacional tiene establecida en sus Servicios Centrales y Peri-féricos.

2. El concepto de escala

El concepto de escala, como relación entre una longitud medida sobre un mapa y su verdadero valor en las mismas unidades sobre el terreno representado, se ha manejado de forma invariable durante siglos, reflejándose en los mapas de escala a la que estaban realizados, ya sea en forma gráfica, numérica o en ambas a la vez.

Sin embargo, la aparición de la informática ha hecho que se diluya esa correspondencia biunívoca entre la información contenida en un mapa y la escala de representación del mismo, durante su fase de visualización en pantalla. Naturalmente, la definición de escala no ha variado y, cuando se realiza la publicación, los contenidos deben ajustarse a los definidos para la serie, pero en el tratamiento informatizado se dispone de unas herramientas de visualización (zoom, ventanas) que, junto a unas evidentes ventajas para la manipulación de elementos, conllevan una pérdida de orientación del cartógrafo con respecto a las operaciones a realizar.

Dado que una misma información gráfica en formato digital puede ser trazada a diferentes escalas con poco esfuerzo, hemos de cambiar nuestra clasificación tradicional de la información geográfica en función de su escala de publicación por otra basada en criterios que no se vean afectados por las nuevas tecnologías. Así, debemos pasar a considerar el contenido del mapa (volumen de datos) o la precisión de la localización de los datos para establecer la escala adecuada.

Con esta orientación podemos clasificar la representación de la información geográfica en cuatro grandes bloques (ver *gráfico 1*):

<p>Precisión: Superior al metro.</p> <p>Escala: Básica 1:1.000. Derivadas hasta 1:10.000</p> <p>Aplicación: Planificación local e infraestructuras.</p>
<p>Precisión: Entre 1 y 10 metros.</p> <p>Escala: Básica 1:25.000. Derivadas hasta 1:100.000</p> <p>Aplicación: Planif. provincial y anteproyectos viarios.</p>
<p>Precisión: Entre 10 y 100 metros.</p> <p>Escala: Básica 1:200.000. Derivadas hasta 1:500.000</p> <p>Aplicación: Planificación autonómica o nacional.</p>
<p>Precisión: Inferior a 100 metros.</p> <p>Escala: Básica 1:1.000.000. Derivar a partir de ella.</p> <p>Aplicación: Planificación nacional o plurinacional.</p>

Gráfico 1. Clasificación de la información geográfica.

- *Precisión superior al metro*, que sería el equivalente a las grandes escalas tradicionales (1:1.000, 1:2.000, 1:5.000, 1:10.000).
- *Precisión entre uno y diez metros*, correspondiente a las escalas medias convencionales (1:25.000, 1:50.000, 1:100.000).
- *Precisión entre diez y cien metros*, correspondientes a las pequeñas escalas en las que aún tiene importancia la precisión métrica (1:200.000, 1:400.000, 1:500.000). Tan importante es la ubicación exacta de los detalles cartográficos como su interrelación con el entorno que los rodea.
- *Precisiones inferiores a cien metros*, correspondientes a las pequeñas escalas en las que priman las formas globales sobre las mediciones individuales (1:1.000.000, 1:2.000.000 o inferiores).

Lógicamente, cada uno de los bloques mencionados podría ser subdividido atendiendo a diferentes criterios. En cualquier caso, podemos acordar que, como norma, la información correspondiente a un bloque no se utilice para proyectos de otro con exigencias de precisión inferior, con lo que la generalización se limitaría a escalas correspondientes al mismo bloque. Ello conlleva el mantenimiento y actualización de la información en las cuatro categorías mencionadas con la mayor precisión posible (esto es, en la mayor de las escalas del bloque), derivando la información por generalización a las demás. Este es el concepto de *bases de datos multiescala*, que se contempla como la solución a medio plazo.

La necesidad de limitar el tratamiento de la información a algunas escalas básicas se hace mayor todavía al abordar el aspecto de actualización de la información, pues su realización sobre cada una de las posibles representaciones conlleva una gran repetición de esfuerzos y además aumenta la posibilidad de cometer errores y de provocar divergencias entre los diferentes productos.

3. Información Geográfica Digital en el I.G.N.

De los bloques de información mencionados, el Instituto Geográfico Nacional dispone de información digital de los correspondientes a las escalas básicas 1:25.000, 1:200.000 y 1:1.000.000, siendo la información homogénea en todo el territorio nacional. Para cartografía de una mayor precisión, son las Administraciones Autonómicas o Locales las que actualmente se encargan de su elaboración, cada una con sus propios criterios, al no existir unas normas concretas para su elaboración con tecnología digital, lo que provoca una falta de homogeneidad importante.

A principios de la década de los años noventa se abordó el proyecto de establecimiento de un Sistema de Información Geográfica Nacional, SIGNA, cuya base geográfica inicial fuese la información correspondiente a la escala 1:200.000. Con previsión de futuro, la codificación se preparó de forma que pudiese incluirse la información correspondiente a la escala 1:25.000. Disponemos pues de una *codificación BCN* compatible para ambas escalas.

Por tanto, la escala 1:200.000 fue abordada antes como Base Cartográfica Numérica que como Serie Cartográfica realizada por medios digitales. Para ello se realizó la digitalización de la información contenida en la serie cartográfica provincial elaborada por procedimientos convencionales.

En cambio, en la escala 1:25.000, el primer producto digital obtenido en serie ha sido el Mapa Topográfico Nacional MTN25 (sin contar con la restitución o la digitalización, contempladas como pasos intermedios para su obtención). En su fase de diseño se estableció la codificación a utilizar en su elaboración, que podemos llamar *codificación Mapa*.

Lógicamente, uno de los primeros problemas planteados ha sido el de la transformación de una codificación a la otra (ver gráfico 2). Puede parecer un problema sencillo, pero no lo es, pues no se trata sólo de una simple recodificación, sino que cada producto tiene peculiaridades específicas. Así, la BCN tiene una mayor topología en los elementos, asegurando puntos en las intersecciones, anclajes de topónimos, etc, mientras la codificación del mapa hace uso de determinados artificios de trazado para obtener una imagen estética del mapa más agradable (líneas dobles o triples, reservas en vez de rupturas, etc).

El paso de la BCN200 a la Serie Cartográfica Numérica a escala 1:200.000, SCN200, se encuentra ya realizado, habiéndose tenido en cuenta la necesidad de utilizar la *codificación Mapa* en todos los elementos comunes y expandiéndola coherentemente para los nuevos (fundamentalmente, elementos colapsados a dimensiones menores).

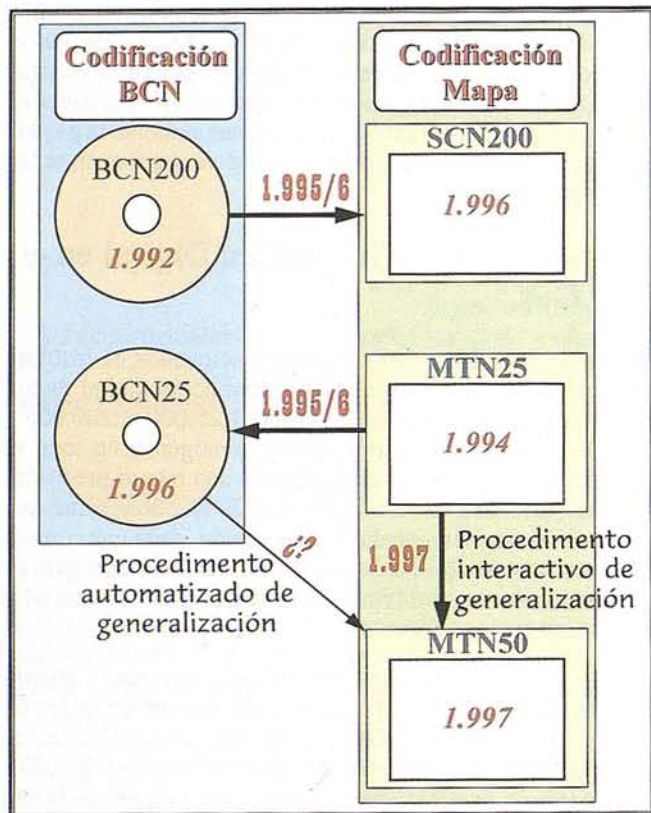


Gráfico 2. Codificaciones compatibles en los productos I.G.N.

A escala 1:25.000 el proceso de transformación desarrollado ha sido el inverso, generándose un programa interactivo de paso del MTN25 a la BCN25, que requiere de una cierta intervención del operador.

La elaboración del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, MTN50, por generalización de la información del MTN25, va a introducir otro producto digital bajo *codificación Mapa*, con las nuevas definiciones de códigos que se precisen. Sin embargo, en la *codificación BCN* no tiene sentido definir un nuevo producto BCN50, pues la obtención de una Base Cartográfica Numérica a esa escala a partir de la BCN25 sí es completamente automatizable.

Cualquier elemento gráfico va a disponer de una doble codificación, según se esté utilizando el producto cartográfico (MTN25, MTN50, SCN200) o se trabaje con una orientación hacia bases de datos y sistemas de información geográfica (BCN25, BCN200), pero en cualquier escala la codificación va a ser la misma, siempre que el elemento esté contemplado en la serie correspondiente. De esta forma se va a facilitar el manejo de la información digital del I.G.N., tanto para nuestros técnicos en su elaboración como para el usuario en su empleo posterior.

4. La generalización de información geográfica

Podemos considerar el proceso de generalización como aquél que nos va a permitir obtener, a partir de una informa-

ción geográfica original con un nivel de precisión y volumen de datos determinados (correspondientes a una escala determinada de impresión), la interpretación más adecuada de la misma que permita la mejor representación posible de los datos, ya sea con otro propósito diferente al del mapa fuente, o bajo unas necesidades menores de precisión (es decir, a una escala de representación menor).

La necesidad de utilizar la generalización para derivar información geográfica menos detallada no es algo compartido por todos los profesionales del sector, fundamentalmente desde la llegada de los procedimientos digitales. Es imprescindible su utilización si lo que se pretende es realizar importantes saltos de escala, pero esto no es tan evidente cuando el cambio de escala es pequeño, sobre todo con la tendencia actual a sobrecargar de información los mapas.

Incluso los cartógrafos más partidarios de la generalización reconocen que para su automatización total aún falta bastante, si es que algún día llega a ser posible, y no ven el apoyo suficiente como para que se produzca una rápida evolución. En el mundo de la Cartografía, dicho apoyo para el desarrollo de nuevas tecnologías puede proceder de los Organismos Cartográficos Nacionales, de las firmas comerciales o de las Universidades. Entre todos ellos hay una relación que puede verse en el gráfico 3.

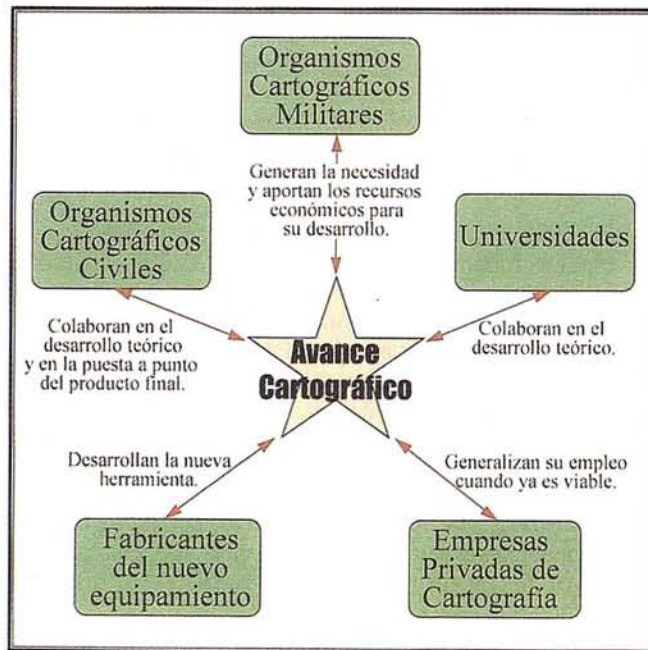
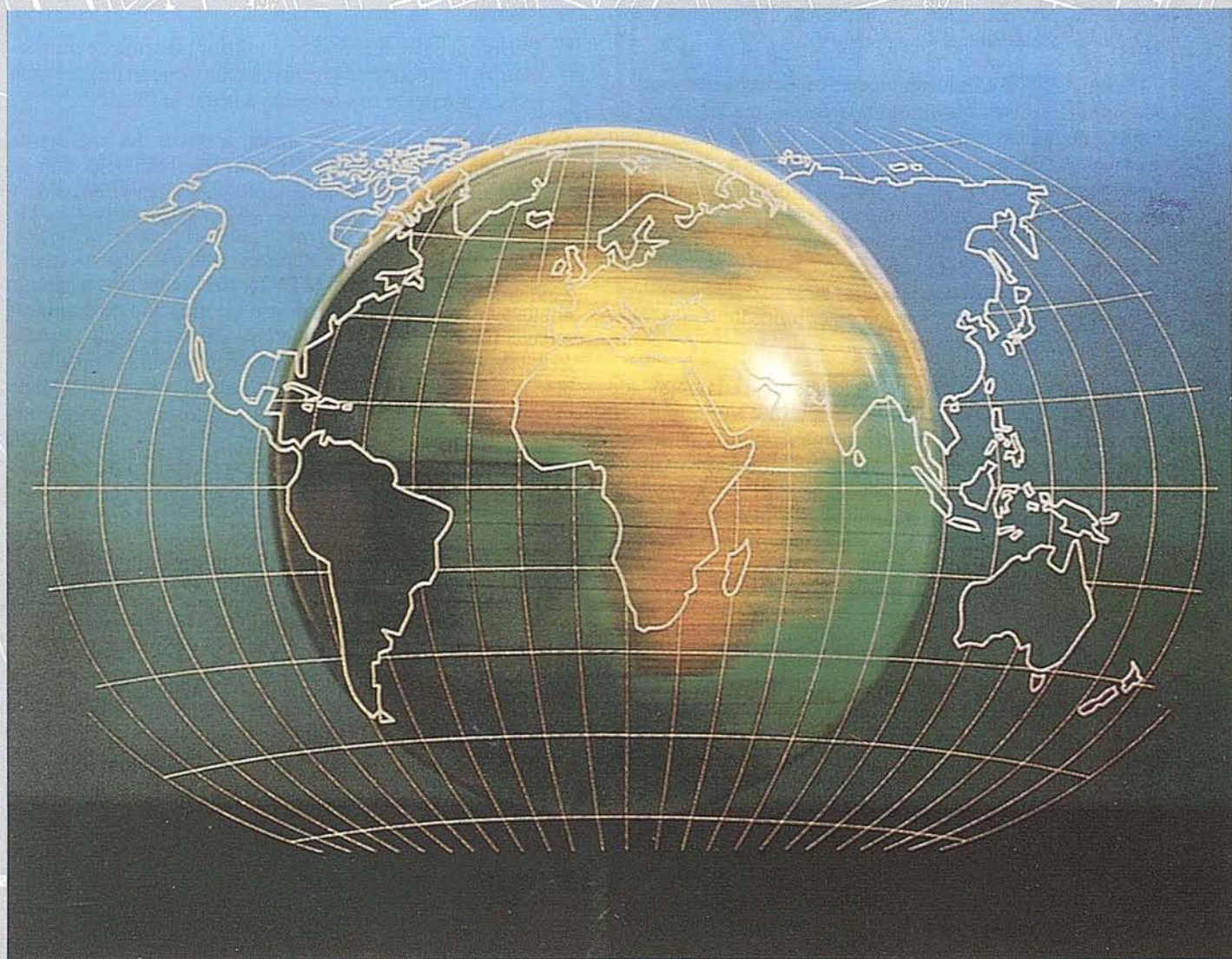


Gráfico 3. Sectores que generan nuevos avances cartográficos.

La posición de los diferentes Organismos Cartográficos Nacionales responsables de la cartografía oficial es variada, pero tiene puntos en común. Todos los países se ven hoy en día obligados a mantener por separado las diferentes series que producen, pero su interés por modificar esta situación es muy diferente según el tamaño del país y su estado tecnológico. El problema en los países de gran extensión territorial es muy importante y hay gran interés por desarrollar e implantar bases de datos multiescala para mantener actualizada la

LÍDERES EN CARTOGRAFÍA ANALÍTICA Y GIS



GEOPLANING S.A.
cartografía analítica
topografía

GEOPLANING S.A.
cartografía analítica
topografía

C/ Serrano, 217 - 28016 MADRID
Tel.: 457 32 14
Fax: 457 98 03

información tan sólo en algunas escalas básicas de las que derivar las series de escalas próximas. Sin embargo, la mayoría de los Organismos Cartográficos están más centrados en la obtención y mantenimiento de información geográfica digital de sus países, y tan sólo algunos mantienen departamentos de investigación trabajando en dicho campo.

El primer paso necesario para automatizar el proceso de generalización consiste en realizar un estudio detallado de la secuencia de operaciones y toma de decisiones que el cartógrafo lleva a cabo cuando realiza una generalización manual convencional de mapas. A continuación se intenta formalizar el conocimiento adquirido, estableciendo definiciones y formulaciones matemáticas para cada paso.

Sin embargo, al considerar modelos digitales de datos orientados hacia los Sistemas de Información Geográfica, como las Bases Cartográficas Numéricas del I.G.N., nos encontramos con un problema diferente al abordar la generalización. Dado que la representación impresa no es el objetivo principal, son otros los factores que condicionan las decisiones a tomar en el proceso y, por tanto, las técnicas a emplear para su ejecución. Surge entonces el concepto de generalización del modelo digital orientada a bases de datos, perfectamente diferenciada de la generalización cartográfica, aunque puedan tener procedimientos, operadores y algoritmos comunes.

En el Instituto Geográfico Nacional, una vez implantado el proceso definitivo de elaboración del MTN25 digital en 1.995, se inició el interés por el empleo de la generalización para la obtención automática del MTN50, concretándose en la dedicación de un ingeniero que analizara el estado mundial de la automatización de la generalización y trabajara con el producto más avanzado en dicha línea, el *MGE Map Generalizer (MGMG)* de la casa *Intergraph*. Las principales líneas de actuación desde entonces han sido:

- Conocimiento del *estado del arte* en generalización, elaborando una base de datos que cuenta hoy día con más de 400 referencias, y recopilando dicha bibliografía.
- Intercambio de información con otros organismos de ámbito nacional e internacional interesados en el tema, con incorporación a los principales Grupos de Trabajo sobre Generalización Cartográfica existentes (Asociación Cartográfica Internacional -ACI-, Organización Europea de Estudios Fotogramétricos Experimentales -OEEPE-).
- Realización de diferentes experiencias utilizando MGMG con las distintas capas del MTN25. Los resultados han sido bastante esperanzadores, aunque la necesidad de una mayor topología sobre los ficheros y el funcionamiento exclusivo sobre estaciones UNIX y no sobre ordenadores personales requeriría nuevas inversiones en equipamiento informático.

Ante este problema, hemos intentado trabajar en paralelo en la búsqueda de una solución alternativa que permita aprovechar los recursos materiales actualmente disponibles y el bagaje de formación adquirido por el personal técnico con el MTN25. Se trata de establecer una metodología similar para

el MTN50 que permita obtenerlo en el menor plazo posible con un procedimiento interactivo bajo programación propia. Esta línea de trabajo es la que vamos a desarrollar a continuación.

5. Planificación del MTN50 digital

Como ocurre en casi todos los proyectos productivos, la realización de una correcta planificación de las diferentes fases del trabajo a realizar y de su secuencia de ejecución es la fase más delicada del proyecto.

En lo que se refiere a la **planificación global del MTN50**, es necesario:

- * Definir la base matemática a utilizar (sistema de proyección, redes geodésica y de nivelación), que en nuestro caso se va a mantener con respecto a la del MTN25.
- * Establecer el diseño del mapa, a través del análisis de contenidos, elección de variables visuales, selección de rotulación, estudio de la semiología gráfica y selección y colocación de la información marginal.

Para ello es necesario analizar uno por uno todos los elementos contenidos en el MTN25, clasificándolos mediante algunos criterios que permitan una priorización de desplazamiento (*tipo* -área, lineal, puntual, símbolo, texto-, *estado* -real, imaginario-, *origen* -naturaleza, humano-, ...) y estudiando sus posibles variaciones para el MTN50, manteniendo la codificación si el elemento ha de permanecer y fijando una nueva si se crean nuevos elementos, pero siempre buscando la coherencia de la *codificación Mapa* a las diferentes escalas. En el *gráfico 4* vemos un ejemplo de análisis de elemento.

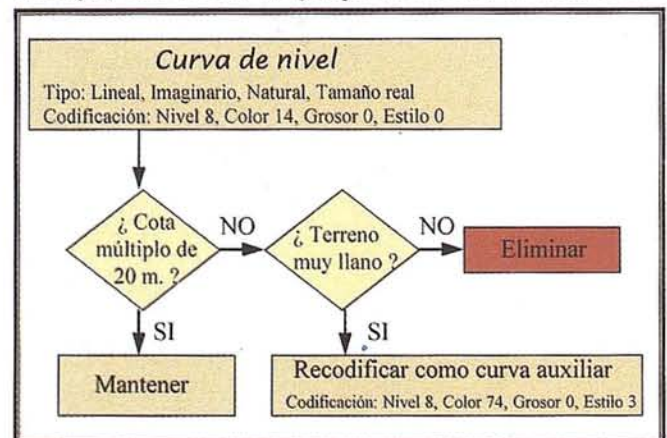


Gráfico 4. Ejemplo de estudio singular de elementos para diseñar el MTN50.

En lo que se refiere a la propia **planificación de la ejecución de los trabajos**, hay que tener en cuenta que, en nuestro caso, la captura de datos está realizada en los ficheros originales (excepto pequeños desfases por diferencia de fechas) y la impresión final es similar a la que se realiza con el MTN25, por lo que la fase realmente afectada por la generalización es la de tratamiento de los datos capturados.

Al estar forzados por las fases inicial y final ya definidas, el margen de actuación es reducido y se debe pretender, al

menos, respetar las características propias de la zona a representar (actuando sobre la forma, densidad y situación de los elementos, pero respetando su naturaleza) y hacer compatible dicho respeto con una uniformidad de criterio necesaria para una serie cartográfica de carácter nacional.

6. Desarrollo de la metodología de obtención del MTN50 digital

Antes de desarrollar las aplicaciones informáticas que permitan realizar las diferentes tareas de la forma más rápida y fiable posible, ya sea automática o interactivamente, hemos de definir claramente las fases y su secuencia de ejecución.

La definición de las diferentes fases se realiza por capas, afectando al conjunto de elementos que están incluidos en ellas. Las capas utilizadas son las mismas del MTN25, es decir, relieve, hidrografía, usos del suelo, construcciones, comunicaciones, toponimia y signos convencionales.

En relación con los tipos de elementos, podemos mencionar que:

- * Los elementos puntuales han de ser tratados de forma que se conserven los elementos singulares y se eliminen los no necesarios. En el caso de los signos convencionales, se ha de mantener el criterio de que sean armónicos y evocadores, redefiniendo su tamaño para la escala 1:50.000.
- * Los elementos lineales se filtran de forma que el número de puntos que definan su trazado disminuya considerablemente, respetando la sinuosidad de su trazado. Se han de realizar los desplazamientos necesarios para evitar coincidencias, pero siempre respetando posiciones relativas y cruces.
- * Los elementos zonales han de ser vigilados al disminuir el umbral de separación con su representación simbólica, por lo que se han de fijar las condiciones para su permanencia.
- * Los topónimos han de seleccionarse con un criterio que permita que la densidad de cada clase de rótulos sea equilibrada y proporcione un mapa legible y armónico.

En la generalización cartográfica convencional del MTN50 es normal trabajar sobre los datos a escala 1:25.000, lo que facilita el trabajo del delineante, efectuando posteriormente una reducción fotográfica (ver gráfico 5). En la cartografía digital se incrementa la facilidad para trabajar en una escala cómoda, pues las posibilidades de visualización aumentan considerablemente, pudiendo comprobar el resulta-

do a cualquier escala, ya sea en pantalla o impreso. Sin embargo, conviene controlar el empleo del zoom y se debe trabajar a escalas conocidas, para moverse dentro de unos resultados previsibles.

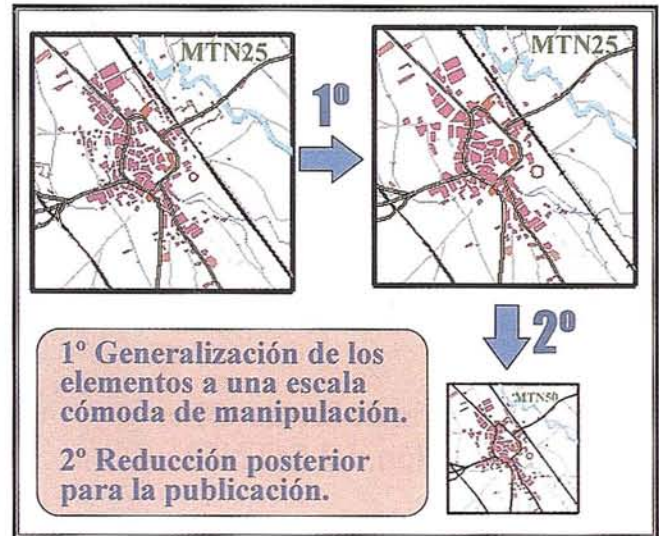


Gráfico 5. El tratamiento de los datos se realiza a escalas cómodas.

En lo que respecta a la secuencia de operación de los trabajos, además de fijar las operaciones que serán realizadas de forma previa a la propia fusión de los cuatro cuartos del MTN25 y las que se realizarán posteriormente sobre el MTN50, se debe fijar el orden en el que las capas serán tratadas. El más coherente, aplicado en la generalización cartográfica convencional, es el siguiente:

- * La hidrografía constituye, junto con los vértices geodésicos y los puntos acotados, el esqueleto sobre el que se vertebra el resto de la información geográfica. Por tanto, su generalización debe reducirse al mínimo, evitando en lo posible los desplazamientos.
- * En las comunicaciones, representadas fundamentalmente por elementos lineales, se respeta prácticamente la información existente en el MTN25, pues es una información fundamental para el usuario que desea acceder a las diferentes zonas del mapa. Tan sólo se efectúa una simplificación del número de puntos, pero manteniendo su trazado.
- * En las edificaciones, el esqueleto básico y las diferencias de densidad zonal de los cascos urbanos deben permanecer, de forma que se distingan las partes integradas por construcciones de épocas distintas. Para los edificios aislados, hay que redefinir el tamaño mínimo que sirva de umbral para la representación simbolizada.

- * En los *usos del suelo*, es importante generalizar respetando el carácter general de la zona representada, con agrupaciones y supresiones adecuadas. En las zonas más altas se tenderá a una menor supresión, pues la ausencia de otros elementos planimétricos convierte a las líneas de delimitación de cultivos en referentes importantes.
- * En la *orografía*, se han de mantener los vértices geodésicos, realizar una adecuada selección de los puntos acotados y analizar y seleccionar las curvas de nivel (fundamentalmente a través de la modificación de la equidistancia a 20 metros y la reducción del número de puntos, respetando su trazado). Contrasta la baja prioridad de las curvas para los desplazamientos con la fijación exacta de los elementos puntuales.

7. Implantación de la nueva herramienta de producción del MTN50

La plataforma sobre la que se asienta el trabajo que se está desarrollando está formada por:

Software:

Contando con MicroStation como producto de base para la gestión de gráficos, vamos a elaborar un entorno de trabajo en el que, mediante programación propia contra el fichero gráfico (User Commands, MDL, Fortran), algunas de las operaciones de generalización se realicen automáticamente y otras se vean beneficiadas de una cierta ayuda interactiva.

Para ello, se está procediendo a diseñar un menú de trabajo similar al del MTN25 (ver *gráfico 6*) que permita realizar las diferentes tareas de forma consecutiva con la mayor ayuda posible. Para ello se debe realizar una fase previa sobre cada uno de los cuatro cuartos por separado, eliminando todos aquellos elementos no adecuados para la serie, lo cual va a disminuir el tamaño de los ficheros. Posteriormente se realiza su fusión y sobre el MTN50 se realiza el tratamiento de cada uno de los elementos por temas, ya sea de forma automática (en decisiones basadas en áreas o longitudes, en sustitución de patterns por los adecuados a la escala,...) o facilitando la manipulación interactiva del cartógrafo, en las decisiones no programables (por ejemplo, en el colapso de un río trazado por sus márgenes a otro por su eje, en función de su anchura).

Por último, hemos de incorporar la posibilidad de agregar cualquier nuevo elemento con su codificación, así como facilitar el empleo de las herramientas generales ya disponibles en el menú de MTN25, pero adaptadas para el MTN50. Como novedades respecto al MTN25 se está trabajando en incorporar el sombreado, realizado automáticamente, y en lograr la

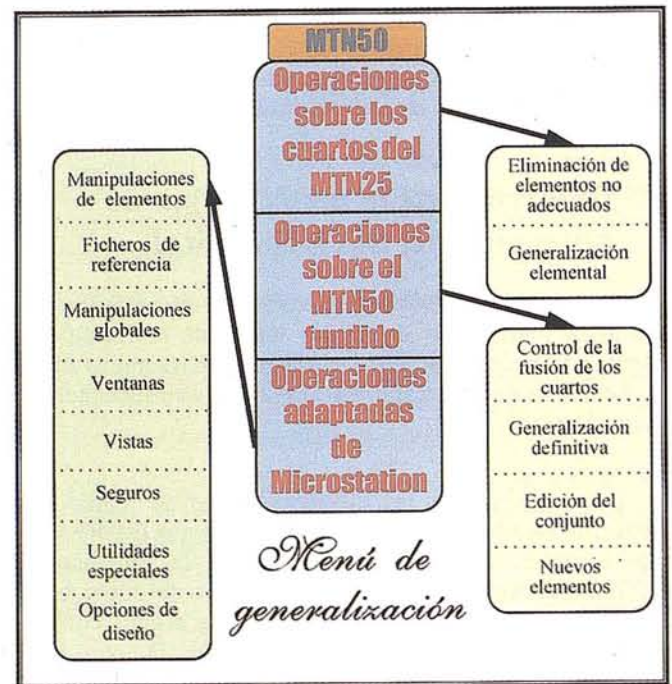


Gráfico 6. Esquema del menú de trabajo para la obtención del MTN50.

impresión por cuatricromía directa, con las ventajas que ello implica (pasada única de imprenta, realización automática de pruebas de color, posibilidad de incorporar fotografías en color).

Hardware:

El proceso a desarrollar funcionará sobre los aproximadamente 200 ordenadores personales con MicroStation ya existentes en el I.G.N., tanto en Servicios Centrales como Periféricos. Además, se ha comprobado que con el cambio de equidistancia y el filtrado de puntos a realizar a los elementos lineales el tamaño de una hoja del MTN50 no va a ser superior al de cualquiera de los cuartos que lo componen, por lo que no se requiere ninguna inversión en equipamiento.

Recursos Humanos:

Por la propia filosofía de concepción de la nueva herramienta, los técnicos que actualmente trabajan en la elaboración del MTN25 podrán fácilmente pasar a utilizarla, al tener un diseño similar al de los programas que actualmente manejan.

Por tanto, el proyecto sigue su curso y en este año 97 habremos realizado el proyecto piloto que nos permita establecer la metodología definitiva de obtención del MTN50 a partir del MTN25 por procedimientos informatizados de generalización cartográfica.



Confiar en nosotros es una garantía para usted

*Somos una empresa líder en cartografía,
ofrecemos un servicio integral,
somos un equipo de más de cincuenta expertos,
tenemos la mejor cualificación profesional
y una dilatada experiencia, nos formamos continuamente,
invertimos permanentemente en tecnología avanzada,
ofrecemos el aval de decenas de proyectos
realizados para las Administraciones
Central, Autonómicas y Locales,
creamos soluciones personalizadas y... sobre todo,*

***le aseguramos
unos excelentes resultados***

CADIC, S.A.

Camino de Valderribas, 93 C. 5ª Planta
28038 Madrid. Tel: 328 12 16 • Fax: 437 65 88

Marqués de San Juan, 5
46015 Valencia. Tel: 348 86 37 • Fax: 348 86 38

cadic

SUS SOCIOS EN CADA PROYECTO

ACTUALIZACIÓN DEL MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL ESCALA 1:25.000

F. Javier Hermosilla Cárdenas.
Ingeniero Geógrafo.

Jefe del Servicio de Cartografía Numérica (IGN).

Francisco Papí Montanel.

Ingeniero Geógrafo.

Jefe del Servicio de Apoyo y Producción Básica (IGN).

1. INTRODUCCIÓN

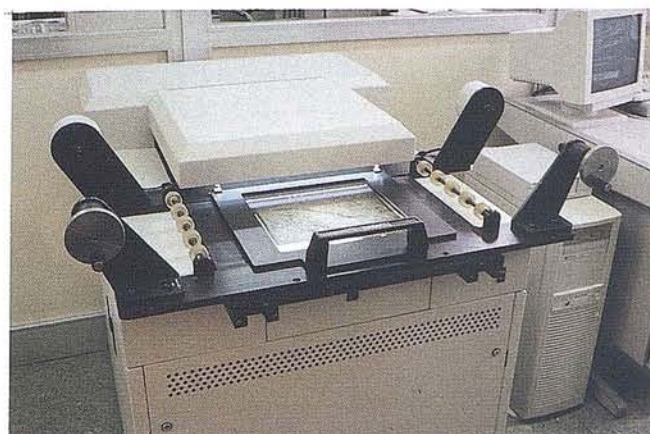
Dada la importancia de la Serie Nacional Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000 (MTN25) como soporte fundamental de numerosas aplicaciones y estudios sobre planificación territorial, gestión de recursos, infraestructuras, protección del medio ambiente etc, se plantea la necesidad del desarrollo e implantación de tecnologías de revisión y actualización, una vez que el proceso de captura de información está prácticamente finalizado.

Existen distintas soluciones de equipamientos fotogramétricos para revisión de mapas, normalmente se busca implantar un equipo de menor coste que los habitualmente utilizados en producción fotogramétrica. Fundamentalmente son del tipo monoscópico, desarrollando procedimientos de rectificación de conjuntos de fotogramas aislados tratados con un Modelo Digital del Terreno MDT (Aluir[1]), e igualmente son muy utilizadas técnicas de ortofotografía.



Estación Fotogramétrica Digital.

Los tipos de actualización (que determinarán la metodología y equipos a utilizar en nuestras puestas al día) pueden clasificarse, básicamente (Van Zuylen[8]), según la ejecución en: rápida (donde se priorizan los elementos más importantes a actualizar), parcial (se actualizan algunas partes de algunos elementos particulares) y completa (se actualizan todos los elementos modificados).



Escaner Fotogramétrico Ortovision - 950.

Otro aspecto importante en el diseño del proyecto de actualización es el intervalo temporal entre actualizaciones, que pueden ser: continua (se mantienen al día todas las modificaciones en todo momento), cíclica (se establecen intervalos temporales de actualización según las condiciones de desarrollo y progreso de la zona) y selectiva (relacionada y determinada, en un orden de prioridades, por una cierta demanda de los usuarios o por la cantidad de modificaciones).

Ante esta problemática el Instituto Geográfico Nacional está desarrollando en el Área de Cartografía (Dalda[3]), por un lado, aplicaciones GPS para la modernización de hojas, sin cambios muy numerosos y una ejecución rápida, mediante una dotación de receptores de código (navegadores) que cubren la puesta al día de la serie básica MTN25 en el contexto de áreas con pocos (pero importantes) cambios y métodos de levantamientos topográficos. Normalmente se procede a la actualización de carreteras afectadas por numerosas rectificaciones, circunvalaciones y pasos elevados, así como autovías de nuevo trazado, zonas de concentración parcelaria etc.



Superposición de la información raster y vectorial para fines de actualización del MTN25.

Por otro lado, para importantes variaciones (periferia de cascos urbanos, nuevas restituciones de zonas urbanas para actualización y una mejor generalización, zonas de costa etc.) en amplias áreas de terreno se hace necesaria la utilización de técnicas fotogramétricas, y en este marco de trabajo una estación digital muestra su gran versatilidad en la ejecución de proyectos fotogramétricos específicos y que se salen del propio esquema de producción fotogramétrica.

Actualmente la fotogrametría digital abre nuevas perspectivas de actualización de mapas existentes y acelera el proceso de producción de otros nuevos. Las actualizaciones por fotogrametría implican, evidentemente, la existencia de proyectos de vuelos actualizados del territorio para acometer la puesta al día de las hojas del MTN25 que así lo requieran.

2. METODOLOGÍA DE LA ACTUALIZACIÓN

2.1. CONCEPTOS GENERALES

En las tareas de actualización cartográfica es imprescindible identificar diferencias entre dos conjuntos de datos distintos, en la escala de tiempos, cuando se compara el contenido de dicha información. Es fundamental, igualmente, que la información a comparar sea homogénea de forma que se facilite la comparación y fotointerpretación. Por todo ello los datos deben estar representados en el mismo sistema de referencia y a ser posible igual escala. Procederemos a la puesta al día del contenido de nuestro mapa presentando simultáneamente al operador los dos conjuntos de datos implicados en la modernización, esto es posible con la superimposición (superponer dos conjuntos de datos) de la información raster (nuevos datos) y vectorial (datos a actualizar) en modo estereoscópico (estereomodelos) o monoscópico (ortofotos); de forma que extraemos las nuevas características, capturamos nuevos datos y, en resumen, actualizamos la serie con las ventajas que supone tener integrados los conjuntos de datos vectoriales y raster.

De acuerdo con (Armenakis[2]) las operaciones básicas de actualización suponen:

- Detección de los cambios
- Clasificación de las características a capturar (fotointerpretación).
- Captura de los nuevos datos con la adecuada codificación para la posterior integración en Bases Cartográficas Numéricas (BCN) (extracción de características).
- Producción del nuevo mapa.

2.2. NECESIDADES DE UN SISTEMA PARA ACTUALIZACIÓN

La necesidad básica de la actualización cartográfica de aplicar el principio de superposición al conjunto de datos comparados, hacen que un sistema de fotogrametría digital sea la herramienta adecuada para estos trabajos de actualización. Las tareas a realizar y la metodología a emplear implica

contar con un equipo de trabajo cuyas funciones básicas coinciden, básicamente, con las de un sistema digital de propósito general como puede ser el del IGN, estas son:

- Proceso de captura de la información analógica de los fotogramas (diapositivas o negativos) en formato raster para su posterior tratamiento en el equipo digital (escaneado).
- Procesado y tratamiento de imágenes digitales.
- Superimposición estereoscópica y monoscópica de imágenes rasterizadas con ficheros vectoriales.
- Utilidad de generación de Modelo Digital del Terreno (MDT).
- Generación de Ortofotos y confección de mosaicos a partir del MDT formado en la propia estación digital o de otros ya existentes.
- Sistema Gráfico Microstation PC con menú de restitución ENIDIAP adaptado a la restitución específica, edición cartográfica y codificación de la serie MTN25.

3. SISTEMA DE FOTOGRAMETRÍA DIGITAL IMPLANTADO EN EL I.G.N.

3.1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad disponemos en fotogrametría de una nueva generación de instrumentos que han sustituido los componentes óptico-mecánicos de precisión de los restituidores analíticos y analógicos por plataformas informáticas en las que el tratamiento de la información se realiza con ordenadores. Todo este avance está íntimamente relacionado y es el resultado de la explosión de la tecnología o ciencia de la información. El desarrollo principalmente en electrónica y tecnología de ordenadores nos abren nuevos caminos en el área de la fotogrametría.

El avance más reciente en fotogrametría se ha producido, por consiguiente, con la aparición y desarrollo de la fotogrametría digital. El fundamento teórico de un "sistema fotogramétrico digital" son los algoritmos propios de la fotogrametría analítica junto con las técnicas y aplicaciones propias del tratamiento digital de imágenes, utilizando técnicas computarizadas que simulan la visión humana; estamos hablando de "Computer Vision" o Visión asistida por Ordenador, que pretende la reconstrucción del mundo en 3 dimensiones a partir de proyecciones perspectivas en 2 dimensiones.

Entre los diversos factores que han producido un desarrollo rápido de la fotogrametría digital, podemos señalar los siguientes (Dowman [5]):

- Incremento sustancial de la cantidad y calidad de imágenes digitales desde satélites, cámaras CCD y escaners. En nuestra exposición nos centraremos, fundamentalmente, en imágenes digitales cuya captura se realiza a través de un escaner digital de precisión.
- Importantes avances en la producción de rápidos y potentes ordenadores o estaciones de trabajo, contando

con periféricos de calidad tales como dispositivos de almacenamiento masivo, monitores color, rápida transferencia de datos, técnicas de compresión y descompresión.

- Posibilidad de integración de este tipo de información en un sistema de información unificado y comprensible como un SIG.
- Diseño asistido por ordenador (CAD) y aplicaciones industriales.
- Aplicaciones en tiempo real como control de calidad y robótica.
- Falta de operadores fotogramétricos expertos y entrenados. Alto coste de los restituidores analíticos de precisión, debido a sus sofisticados componentes óptico-mecánicos.
- Su empleo se extiende a todas las tareas propiamente fotogramétricas, desde la aerotriangulación, restitución de línea, ortofotos, generación de modelos digitales del terreno, creación de mosaicos digitales, así como otras aplicaciones como proyectos de actualización y puesta al día de series cartográficas digitales y control de calidad de la captura de datos de estas series.

3.2. SISTEMA FOTOGRAMÉTRICO DIGITAL: COMPONENTES

El equipo adquirido por el Área de Fotogrametría, para proyectos de actualización, en el año 1995 lo componen, actualmente, un sistema integrado por cinco estaciones digitales de la firma comercial *International System Map Corporation* (ISM) y un escaner fotogramétrico Ortho Vision 950r. Todo ello está integrado en una red local configurada con topología de estrella y gestionada dentro del entorno Windows.

3.3. ESTACIONES

Están integradas por los correspondientes subsistemas de procesado y almacenamiento masivo. El ordenador personal está provisto de un microprocesador Pentium a 120 MHz y 64 Mb de memoria RAM. El almacenamiento lo configuran dos discos SCSI de 2 Gigabytes (Gb) y 1,1 Gb respectivamente.

El sistema de visión estereoscópica lo forman un controlador - emisor de infrarrojos para PC y gafas activas LCD con obturador CrystalEyes de Stereographics Corp. El monitor color es de 21" con un adaptador Gráfico de alta resolución con 4Mb de VRAM (1152x864x2 campos y 256 colores).

Este sistema de visión presenta secuencialmente al ojo izquierdo y derecho la correspondiente imagen en sincronización con el obturador de las gafas LCD. Este sistema de visión permite que distintas personas puedan ver una imagen tridimensional simultáneamente.

La interface de usuario la forman manivelas con codificadores para movimientos en (X,Y) y pedal para Z, así como un Mouse 3D (con mando adicional para Z).

En cuanto al soporte lógico propio de un equipo de propósito general, un resumen de sus características viene dado por:

- Sistema Operativo MS-DOS 6.2x (Próxima migración a WINDOWS.NT).
- Sistema Gráfico Microstation PC con menú de restitución ENIDIAP adaptado a la restitución del MTN25.
- Utilidades de Orientaciones (Interna, Relativa y Absoluta).
- Utilidad de generación de DTM.
- Utilidades de generación de Ortofotos y confección de mosaicos.
- Restitución interactiva en 3D con movimiento dinámico de imágenes (sobrevuelo).
- Superimposición estereoscópica de imágenes rasterizadas con ficheros vectoriales.

3.4. ESCANER

El ordenador personal, que gestiona el escaner y realiza funciones de servidor de la red, es un doble Pentium de 166 MHz con 64 Mb de RAM, dos discos SCSI de 6,0 Gb y 2,1 Gb. Sus aplicaciones corren bajo el sistema operativo WINDOWS.NT3.5.1. El subsistema de visión lo forma, como en las estaciones de trabajo, un monitor de 21" con adaptador gráfico de 4 Mb VRAM.

Módulo óptico: El sistema de iluminación es por luz directa. La película a escanear se coloca entre la fuente de iluminación fija y el subsistema electro-óptico. El portaplacas contiene la película entre dos placas de vidrio para focalizar adecuadamente la imagen a escanear. El conjunto de captura de la imagen consiste en una fuente de iluminación, una lente ensamblada y un conjunto de tres líneas en filas de detectores CCD (Kodak KL1 8013). Los fotogramas son visionadas a través de una cámara cuyo objetivo primario es una lente de alta calidad apocromática de 210 mm de focal (Nikkor-AM ED)[9].

Módulo electrónico: Formado por tres líneas de sensores CCD, compuestas por 8000 pixels cada una, y la tarjeta electrónica de control para la dirección de los sensores y los convertidores analógicos-digitales.

3.5. PRECISIÓN GEOMÉTRICA DEL ESCANER ORTHOVISION 950R (XL VISION)[9]

En orden a conseguir una elevada precisión geométrica con el escaner OrthoVision 950r (sigma igual a $3 \mu\text{m}$) se combinan y aplican dos efectos, una precisión por hardware y una precisión por correcciones geométricas analíticas. Se consigue, de esta forma, un sistema diseñado con alta repetibilidad y bajo error aleatorio.

El modelo de error se determina matemáticamente modelando todos los errores sistemáticos del sistema. Estos errores modelados incluyen el efecto de la distorsión de lentes, falta

Vuelo fotogramétrico empleado en restitución digital		Vuelo fotogramétrico empleado para el control de calidad	Vuelos empleados en Actualización	PR*	Mb** por fotograma
Fecha	Escala				
Hasta 1991	1:30.000	El mismo que el empleado en restitución	1:40.000	1:30.000 → 55 μm	15 Mb
1991-1995	1:40.000		1:50.000	1:40.000 → 40 μm	27 Mb
Excepcional-	1:50.000		1:70.000	1:50.000 → 35 μm	42 Mb
mente	1:70.000			1:70.000 → 25 μm	110 Mb

A continuación se exponen en forma de tabla los datos anteriormente citados.

Para $B/H = 0.6$ y escala de mapa 1:25.000 (intervalo de curvas de nivel 5 metros) obtenemos

$$PR = 0.5 \cdot EC = 0.5 \cdot 5 \text{ m} = 2.5 \text{ metros (60}\mu\text{m a escala imagen 1:40.000)}$$

Entonces $PR = 2.5$ metros a escala imagen en unidades terreno para formar un mapa a escala de restitución 1:25.000 y equidistancia de curvas de nivel 5 m.

Hasta el año 1991 todas las hojas del MTN25 están restituidas numéricamente con un vuelo cuya escala de fotograma es 1:30.000, a partir de ese año se viene empleando la escala 1:40.000 y muy excepcionalmente la 1:50.000 ó 1:70.000. (Estas dos últimas escalas de fotogramas sólo se han empleado en casos aislados, en los que no se disponía de ningún vuelo reciente a escala mayor).

En la actualización se utilizarán, dentro de la gama disponible de vuelos (a distintas escalas), con fecha posterior a la del vuelo empleado para la restitución, en este caso los criterios aplicados para elegir el vuelo a emplear son la fecha de vuelo y la calidad de la imagen a efectos de precisión y fotointerpretación. Obviamente un control de calidad ha de realizarse con el mismo vuelo empleado en la restitución.

Determinado el vuelo a emplear, y estableciendo que el límite práctico en cuanto a precisión de posado vertical de puntos aislados en un sistema de fotogrametría digital viene dado, según una experiencia realizada en la Sección de Fotogrametría Digital del IGN, por 0.6 el tamaño del pixel (en algunas publicaciones no se estima el valor de 0.6 sino que se toman valores dentro del rango 0,3 a 0,7), el parámetro a determinar es el de la resolución de escaneo cuya importancia además de incidir en la precisión métrica del trabajo y de una manera cualitativa en la fase de fotointerpretación, es también un factor muy importante a priori en cuanto a la funcionalidad del sistema fotogramétrico digital ya que el tamaño de los ficheros, si son éstos demasiado grandes, puede

hacer que la velocidad del sistema no satisfaga las necesidades normales del proceso de restitución.

Vuelo fotogramétrico empleado en restitución digital
Vuelo fotogramétrico empleado para el control de calidad
Vuelos empleados en Actualización

**.- Generalmente el formato a escanear es de 24 cm x 24 cm con el fin de que quede incluida toda la información marginal de los fotogramas

*.- $PR =$ Poder resolución, se ha calculado a partir de la fórmula:

Precisión de posado ($\%Z_{\text{ punto aislado}}$) = $0.6 (E_F \times PR)$, donde E_F es el denominador de la escala de fotograma. En este caso se ha fijado como precisión de posado altimétrico de un punto aislado 1 metro.

El valor $k = 0.6$ se corresponde con un $\sigma_{px} = k \cdot PR = 0.36 \cdot PR$.

No obstante, al comprobar que independientemente del número de Mb por modelo la velocidad del sistema era prácticamente la misma, debido a que el formato SDI (Systemap Data Format) de los ficheros raster proporciona una velocidad constante de refresco, prácticamente independiente del tamaño del fichero imagen, se optó por escanear a 20 m de resolución para todo el rango de escalas de fotogramas disponible, de esta manera el cuadro anterior se nos transforma en el siguiente:

Escala de vuelo	Precisión posado σ_z PR = 20 μm	Mb por fotograma
1:30.000	0.36 metros	170 Mb
1:40.000	0.48 metros	
1:50.000	0.60 metros	
1:70.000	0.84 metros	

Dado que para la escala 1:30.000, el número de fotogramas por hoja del MTN25 es alrededor de 12, la cantidad de información a almacenar será de 2 Gb que entran de sobra en la capacidad de almacenamiento de las estaciones de trabajo

4.3. CANEVAS DE RESTITUCIÓN. AEROTRIANGULACIÓN

El I.G.N. no ha introducido la aerotriangulación digital en su flujo de trabajo relativo a la restitución digital para actualización de hojas del MTN25, ni en la producción de ortofotos para puesta al día. El canevas de restitución (estéreo o monoscópico) continua realizándose de forma clásica, utilizando un aparato de transferencia y marcado de puntos en las diapositivas y empleando posteriormente un restituidor analítico para la medida de coordenadas placa.

El cálculo de aerotriangulación se realiza con programas de compensación por haces o secuencial. Hay que tener en cuenta que la restitución del MTN25 se continua realizando mediante restituidores analógicos adaptados a restitución digital y restituidores analíticos, siendo absolutamente necesario en los primeros y conveniente en los segundos la materialización (marcado) de los puntos de aerotriangulación.

Con vista a la integración de la aerotriangulación en el flujo de trabajo de las estaciones digitales se han realizado varias experiencias de aerotriangulación digital en la Sección de Fotogrametría Analítica. Unas encaminadas a evaluar y comparar las precisiones obtenidas con el sistema digital y el convencional (medidas con restituidor analítico), siendo importante señalar que ambos resultados eran prácticamente análogos en cuanto a precisiones, otras experiencias están encaminadas a evaluar la integración de las medidas y resultados digitales (orientación externa calculada) en las fases posteriores de restitución (ya sea digital o analítica) al no ser materializados los puntos de paso en la aerotriangulación digital.

En la siguiente tabla se presentan resultados de una aerotriangulación (AT) medida con el módulo AT de DIAPS, y resultados del mismo bloque medidos, previo marcado de

puntos, con un restituidor analítico P33 de forma tradicional. La compensación se calculó con el programa PAT-B. La escala del bloque compensado perteneciente a la hoja de Torrelaguna del Mapa Topográfico Nacional, formado por dos pasadas, es 1:18.000.

La metodología de la triangulación aérea digital (interactiva, semiautomática o automática) evita el marcado de puntos de paso. La problemática planteada en la aerotriangulación digital se centra en la integración de los resultados en fases posteriores de restitución estereoscópica. El proceso de integración de datos en la producción de ortofotos no presenta especiales problemas, no así la utilización de los resultados analíticos en restitución estéreo; la cuestión no está resuelta aún satisfactoriamente, aunque existen varias aproximaciones como pueden ser registrar en fichero raster los puntos de paso del bloque o marcar (colocar una señal por software) estos puntos sobre el fichero raster.

4.4. RESTITUCIÓN DIGITAL

Restituidos numéricamente todos los modelos que comprende una determinada Hoja del MTN25, la información se almacena en un solo fichero gráfico (de extensión .DGN) de manera que para aplicar el principio de superposición de este fichero con el modelo estereoscópico formado a partir de las imágenes digitales, se necesita que el espacio de coordenadas de ambos ficheros, raster y vectorial, sea el mismo.

Para ello previamente se ha de crear un fichero de diseño (de extensión .DGN) cuyo fichero semilla y unidades de trabajo sea el mismo para ambos.

5. TRABAJOS DE ACTUALIZACIÓN Y PUESTA AL DÍA: FLUJO DE TRABAJO

La razón esencial, ya indicada anteriormente, de adquirir por parte del I.G.N. un sistema de fotogrametría digital, era la necesidad de actualización y puesta al día de la información cartográfica previamente obtenida en soporte digital y que debido a la antigüedad del vuelo fotogramétrico empleado en la restitución, o bien a la propia dinámica del territorio cartografiado este ha sufrido importantes cambios, que han de

ERRORES MEDIOS CUADRÁTICOS (RMS)	AT DIGITAL	AT ANALÍTICA
SIGMA del Ajuste	$\sigma_0 = 14.4 \mu\text{m}$	$\sigma_0 = 16.6 \mu\text{m}$
RMS puntos de paso	RMSX = $8.5 \mu\text{m}$ RMSY = $11.8 \mu\text{m}$	RMSX = $11.4 \mu\text{m}$ RMSY = $15.2 \mu\text{m}$
RMS Control terrestre	RMSX = $4.5 \mu\text{m}$ RMSY = $5.7 \mu\text{m}$ RMSZ = $3.7 \mu\text{m}$	RMSX = $9.1 \mu\text{m}$ RMSY = $13.2 \mu\text{m}$ RMSZ = $8.4 \mu\text{m}$



azimut,s.a.
FOTOGRAFIA AEREA



4 razones para trabajar con nosotros

EXPERIENCIA

Casi treinta años de presencia permanente en el mercado han convertido a AZIMUT S.A. en una de las empresas más experimentadas del sector. Pionera en la aplicación de las nuevas tecnologías a los vuelos fotogramétricos tradicionales, incorporó entre otras la termografía infrarrojo, la fotografía espectral y los sensores aeromagnéticos y aeroradiométricos. Hoy, con más experiencia que nunca, une a su profesionalidad las posibilidades de vanguardia de los Sistemas GPS ■

Aviones bimotores

TECNOLOGIA

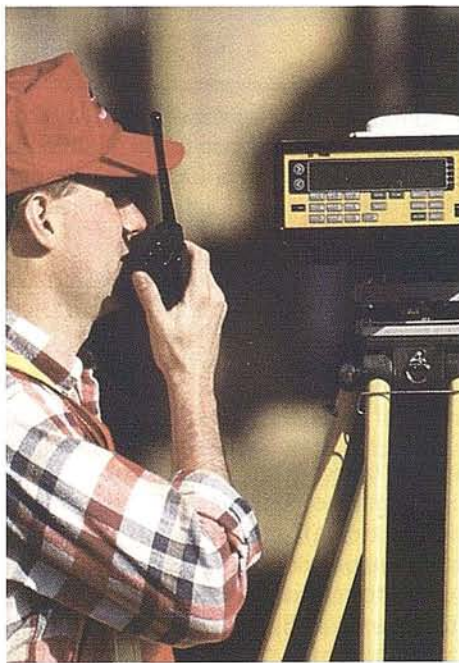
turboalimentados equipados con sistemas GPS de navegación (ASCOT y SOFTNAVA), estación base de referencias GPS, cámaras fotogramétricas de última generación (RC-30), laboratorio técnico color y b/n y todo un mundo de medios de alta especialización son la base de trabajo del equipo de profesionales de AZIMUT S.A. ■

CALIDAD

Para AZIMUT S.A. el objetivo es satisfacer al máximo las necesidades de sus Clientes. Su compromiso es proporcionar a cada uno de ellos tecnología y vanguardia, pero también servicio y trato personal. El mejor Certificado de Garantía es siempre su fidelidad ■

ECONOMIA

La creación de proyectos a medida permite optimizar tanto su ejecución como su coste. Son precisamente la experiencia, la tecnología y la calidad de AZIMUT S.A. lo que hace posible proporcionar a sus Clientes presupuestos basados en la economía.



azimut,s.a.

Marqués de Urquijo, 11. 28008 Madrid

Tel: (91) 541 05 00 - Fax: (91) 542 51 12

quedar reflejados en la información cartográfica que proporciona el I.G.N. a los distintos usuarios.

Para la ejecución de los trabajos de actualización cartográfica (como ya se adelantó en la introducción) se utilizan dos métodos distintos que una vez expuestos se podrán establecer las ventajas e inconvenientes de uno respecto al otro (Hermosilla[6]).

El primero de ellos es la aplicación del principio de superposición en modo estéreo de la información vectorial ya restituída con las imágenes rasterizadas procedentes de un vuelo fotogramétrico reciente y que por lo tanto a diferencia del control de calidad tendremos que ambos contenidos cartográficos no serán coincidentes debido a las variaciones surgidas entre las diferentes fechas del vuelo, siendo esta labor de supresión, modificación e inclusión de elementos cartográficos con fines de actualización la que realiza el operador con ayuda de un menú exactamente igual que el empleado en restitución de manera que la codificación de la información incluida o modificada se adapte plenamente a la simbología utilizada en la restitución original.

El flujo de trabajo sería exactamente el mismo que el de control de calidad añadiendo al final la fase de restitución interactiva y edición de la nueva información cartográfica.

En el segundo método, que podríamos citar como "Actualización mediante restitución monoscópica", su principal característica es la utilización de ortofotos generadas con las imágenes digitales procedentes del vuelo más reciente al que como en todos los casos se le aplicará la superposición (monoscópica) del fichero vectorial que contiene la información digital restituída previamente.

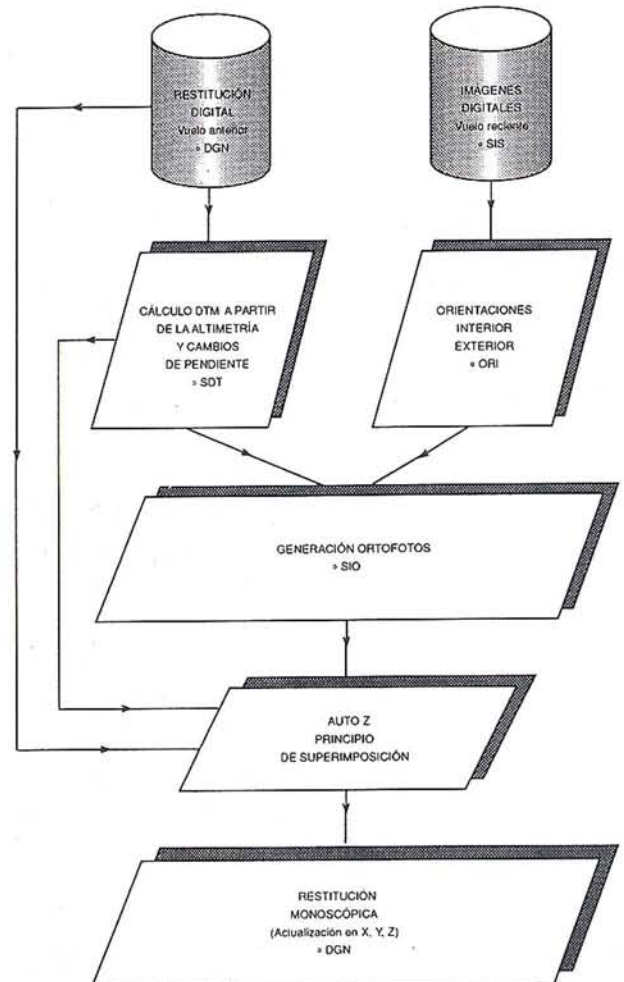
Para la generación de ortofotos, los datos de partida son:

- Vuelo fotogramétrico con el canevas de restitución calculado.
- Imágenes rasterizadas.
- Modelo digital del terreno.

Si bien la elección del vuelo a emplear viene determinado por su fecha de ejecución, hasta ahora en todas las zonas que el I.G.N. ha "puesto al día" con este método, el vuelo más reciente disponible es a escala 1:70.000 por lo que en lo sucesivo nos referiremos a esta escala en concreto, siendo el método extensible a otras escalas.

Una particularidad de esta escala es que con seis fotografías queda recubierto el ámbito territorial de cuatro hojas del MTN25, lo que implica que con un bloque muy pequeño la zona a actualizar es relativamente grande (50.000 Hectáreas).

FLUJO DE TRABAJO EN LA ESTACIÓN FOTOGAMÉTRICA DIGITAL PARA LA RESTITUCIÓN MONOSCÓPICA

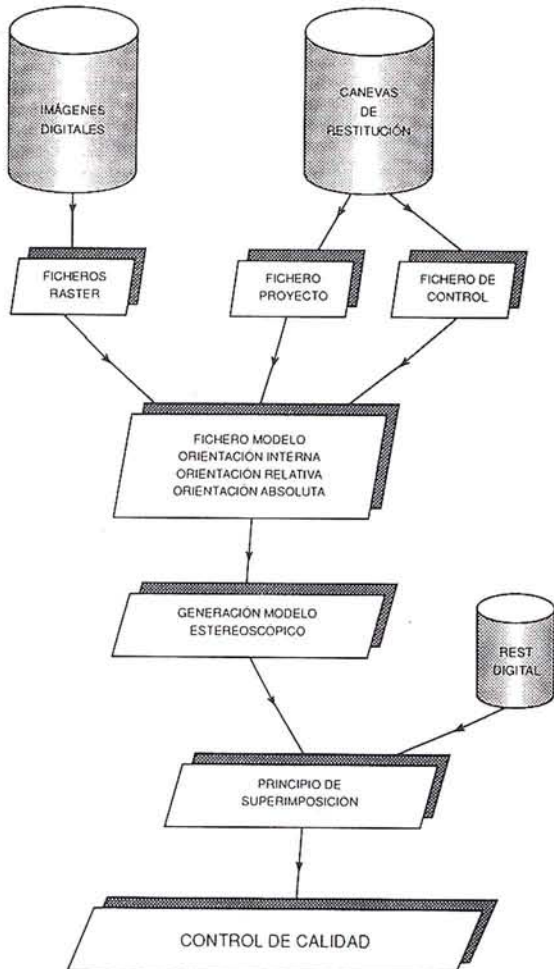


En cuanto a la disposición del canevas de restitución, todos los fotogramas contienen como mínimo nueve puntos (zonas de Von Gruber) de coordenadas terrestres conocidas.

La obtención de las imágenes rasterizadas se han obtenido con un Poder de Resolución de 20 m. Dichas imágenes están contenidas en ficheros de extensión .SIS.

Una vez preparados los datos de partida, el siguiente paso es la reconstrucción del haz (orientación interna) y su situación en el Sistema de Coordenadas Terrestres (orientación externa), para ello utilizando la estación en forma de monocomparador se digitalizan las marcas fiduciales y los puntos de control sobre la imagen rasterizada y visualizada en la pantalla. El sistema calcula la transformación entre ambos sistemas (imagen y terrestre) y proporciona los errores residuales V_x , V_y procedentes de digitalización, de manera que si algún punto sobrepasa la tolerancia se puede corregir interactivamente con una nueva digitalización de dicho punto.

FLUJO DE TRABAJO EN LA ESTACIÓN FOTOGRAMÉTRICA DIGITAL PARA EL CONTROL DE CALIDAD



Para el cálculo del Modelo Digital del Terreno se recurre a la aplicación TINCIP que es un paquete de software incluido en las estaciones digitales y que tiene la posibilidad de procesar la información 3D disponible en formato .DGN, para ello a partir de la altimetría y líneas de cambio de pendiente de los ficheros procedentes de restitución digital (.DGN) se genera una malla irregular de triángulos que actúan como lados de una superficie poliédrica que se adapta tridimensionalmente a la superficie topográfica terrestre. Este procedimiento genera un fichero (.SDT) que contiene la malla de triángulos que servirá como base de cálculo para la obtención de altitudes Z (auto Z) en la restitución monoscópica, además de servir para la generación de la ortofoto.

El sistema basa su solución por "haces" (condición de colineación). Orientada la imagen se obtiene el fichero de extensión .ORI, exportable para la formación de ortofotos y modelos estéreos.

Con los ficheros previamente obtenidos (.ORI, .STD y .SIS) e introduciendo el tamaño del pixel en unidades de

terreno para la imagen final y el tipo de rectificación a emplear (interpolación bicúbica) el resultado es una ortofoto digital (.SIO) georeferenciada, donde cada pixel está unido biunívocamente a una coordenada (X, Y) terreno.

A continuación se aplica el principio de superimposición del fichero vectorial con la ortofoto digital y se efectúa el trabajo de restitución monoscópica (siguiendo los elementos con el ratón) y edición utilizándose el menú de restitución de manera que los elementos se incluyen o se modifican con la simbología utilizada en restitución digital.

Una ventaja importante de este segundo método es que un submódulo del paquete de generación de ortofotos (Sy-simage) puede ser instalado libremente (sin necesidad de licencia) en cualquier estación de trabajo con entorno Microstation, de esta manera la tarea de restitución monoscópica a efectos de actualización no es imprescindible hacerlo en la estación fotogramétrica digital, sino que una vez obtenidos los ficheros .SIO y .SDT se pueden después restaurar en la estación de tratamiento de la información en la que se va a realizar la actualización.

Otra ventaja es que al utilizar fotogramas "aislados", no modelos estereoscópicos, la zona se recubre con un menor número de fotogramas, traduciéndose en menor cantidad de orientaciones y una mayor eficacia en cuanto a la producción.

El único inconveniente de la restitución monoscópica es que no se puede actualizar la altimetría, y esto a veces es necesario cuando los elementos planimétricos modificados influyen en la morfología del terreno. En la figura 1 se muestra el flujo de trabajo para la restitución monoscópica.

6. TRABAJOS DE CONTROL DE CALIDAD

En esta fase queremos señalar la capacidad del sistema digital para revisar los datos vectoriales obtenidos por captura fotogramétrica, bien de una actualización o bien de la producción fotogramétrica de la serie MTN25.

Con el fin de comprobar que la restitución numérica contiene toda la información necesaria para el MTN25 y cumple las normas técnicas en cuanto a precisiones y tolerancias, el control de calidad que se realiza tiene un aspecto cualitativo a efectos de fotointerpretación y otro aspecto cuantitativo en lo que se refiere a la métrica de la geometría obtenida para los elementos cartográficos restituidos.

La aplicación del principio de superimposición de los modelos formados a partir de las fotos escaneadas con el fichero vectorial correspondiente a la información restituida proporciona de una manera sencilla y rápida, pero además extremadamente precisa en una estación digital la posibilidad de controlar la calidad de la información restituida y en este sentido es importante recalcar que la aplicación de la superimposición en las estaciones digitales está notablemente mejorada con respecto a los restituidores analíticos ya que la calidad de la visión por parte del operador es superior, al ver las líneas restituidas y la imagen rasterizada directamente en el monitor, mientras que la solución en los restituidores analíticos es una inyección de imagen sobre unos prismas.

Otra ventaja importante en las estaciones digitales es la posibilidad de que varios operadores puedan simultáneamente ver la imagen estereoscópica en la pantalla lo cual resulta muy útil para contrastar y discutir distintos criterios relativos a la calidad métrica de la restitución y a las discrepancias que puedan surgir en la fotointerpretación.

Por otro lado el proceso de formación de los modelos, una vez cargados todos los ficheros necesarios (ficheros imagen, de proyecto de cámara, de puntos de control, etc.) es tan sencillo y rápido como en un restituidor analítico. Se ofrece un esquema del flujo de trabajo en la estación digital para control de calidad en la figura 2.

7. CONCLUSIONES

Las "Estaciones de Fotogrametría Digital" al estar basadas en cálculos de fotogrametría analítica unidos a técnicas de tratamiento y edición de la información digital, han extendido y siguen extendiendo su empleo a todas las áreas fotogramétricas (Softcopy Photogrammetry), en concreto a tareas de actualización.

Siendo quizás los factores más determinantes para su utilización en tareas de revisión de la serie MTN25:

- La disponibilidad, cada vez más frecuente, de imágenes digitales (vía cámaras digitales, imágenes satélite y escaners).
- La utilización del principio de superimposición (estereoscópico o monoscópico) de información raster y vectorial facilita la detección de variaciones y cambios en la serie MTN25 utilizando métodos interactivos..
- La utilización de ortofotos para la puesta al día del MTN25 muestra su eficacia y augura un amplio campo de desarrollo en un futuro próximo.
- Además muestra su potencial en tareas de control de calidad de procesos de captura fotogramétrica (inter-

pretación, verificación de características y codificación, verificación cuantitativa de precisión de características registradas etc.).

Pero no obstante existen aún obstáculos importantes que hacen que las líneas de producción fotogramétrica estrictamente digital tarden aún "años" en llegar, fundamentalmente la falta de cámaras digitales para fotogrametría y los sistemas de producción tanto en instituciones públicas como en empresas privadas aun enfocados a la restitución numérica pero con instrumentos analíticos o analógicos adaptados a numérica.

8. REFERENCIAS

- [1] ALUIR, P., 1993. Mono-Restituição Aplicada Atualização Cartográfica. XVI Congresso Brasileiro de Cartografia. RIO DE JANEIRO, Brasil.
- [2] ARMENAKIS, C. AND REGAN, A. M., 1996. Map revision using digital orthofotos International Archives of Photogrammetry and remote Sensing Vol XXXi Part B4 Vienna.
- [3] DALDA, A., GONZALEZ, F. J., 1995. Actualización de cartografía básica y receptores GPS de código. Maratón GPS (Grafinta S.A.), Abril 3 - 4, Madrid.
- [4] FAUST, H., 1989. Digitization of Photogrammetric Images. Proceedings of the 42nd Photogrammetric Week. Stuttgart.
- [5] DOWMAN, I.J., EBNER, H., HEIPKE, C., 1991. Overview of European Developments in Digital Photogrammetric Workstations, *ISPRS Workshop on Design Issues of Softcopy Photogrammetric Workstations*, March 21 - 22, 1991, Boulder, Colorado. USA
- [6] HERMOSILLA, F.J., y PAPI, F., 1996. Actualización y Control de Calidad del MTN25 con estaciones fotogramétricas digitales: *TOP-CART-96*.
- [7] LIGHT, D.L., 1990. Characteristics of Remote Sensors for mapping and Earth Science Applications: *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol.56, No 12, pp. 1613 - 1623.
- [8] VAN ZUYLEN, L., 1976. Map Revisión, *ITC Jornal*, 4: 490 - 502.
- [9] XL VISION, INC, 1996. OrthoVision 950 Scanner User's Manual, Software Version 3.0.

SICAD de Siemens Nixdorf

Nº 1 en Europa y primer

suministrador europeo a

nivel nacional

- 1 Queremos agradecer a todos nuestros socios, usuarios, clientes y amigos la confianza que han depositado en nosotros a lo largo de estos diez años de colaboración conjunta y por ello:
- 2 Queremos garantizar todo nuestro esfuerzo, trabajo y compromiso por la mejora constante de nuestra oferta de productos, servicios y soluciones por otros tantos años
- 3 Porque queremos convertirnos en el socio tecnológico a largo plazo y *hacer de su beneficio nuestro éxito* aportando valor a sus oportunidades de negocio

Simply
SICAD!

Siemens Nixdorf
Soluciones Centradas en el Usuario



DGPS Y LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

Su empleo en actualización y control del Mapa Topográfico Nacional

Adolfo Dalda Monrón
Ingeniero Geógrafo.

Jefe del Área de Cartografía (IGN).

1. Introducción

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) fue diseñado en principio para su aprovechamiento con fines militares, como ha ocurrido con tantos otros sistemas satelitales. Por otro lado, alrededor de sus enormes posibilidades ha ido produciéndose un desarrollo tecnológico muy notable, y se ha abierto un inmenso campo de aplicaciones científicas y técnicas. Su empleo civil va extendiéndose a gran velocidad incidiendo en un amplio abanico del sector servicios, como lo que es, el primer sistema de navegación de aplicación general (marítimo, terrestre y aéreo), utilizable realmente sin necesidad de infraestructura específica, aunque para conseguir la precisión requerida en algunos casos haya que salvar restricciones, como la "disponibilidad selectiva" (SA = selective availability), mediante técnicas adecuadas.

Todo ello se debe sin duda a las características del sistema, que conviene recordar:

- Exactitud en posicionamiento espacial (3D) no ligado a sistemas geodésicos de referencia locales.
- Obtener como salidas, además del vector posición, el vector velocidad y el tiempo (hora).
- Cobertura y disponibilidad global y continua en el tiempo.
- Proporcionar un servicio pasivo. El usuario necesita únicamente un receptor y, el número de usuarios es ilimitado.
- El usuario no sufre gastos directos por el servicio.
- Su uso no requiere una infraestructura específica.
- Es barato. La gama de precios en los receptores disponibles es muy amplia.
- Posibilidad de obtener altas precisiones según receptores y técnica empleada.

- Aplicaciones en el ámbito militar y en el ámbito civil.

Las aplicaciones en el campo de la geodesia, topografía y cartografía, tanto topográfica como temática, están siendo cubiertas con el empleo de equipos GPS de forma acelerada, especialmente en los últimos años, y en muchos casos estimamos que casi con exclusividad. Esta técnica se está imponiendo decididamente, y tanto empresas como profesionales apuestan decididamente por ella en aras de la renovación, modernidad, rendimiento, etc., en definitiva constituye una apuesta por las "nuevas tecnologías". Pero cabría preguntarse ¿conocemos bien la herramienta? ¿tratamos correctamente los datos obtenidos y explotamos debidamente su potencialidad? ¿hemos adoptado una metodología de acuerdo con sus exigencias, que evidentemente existen, o por el contrario seguimos aplicando la misma filosofía de trabajo que veníamos empleando con los medios antiguos? Son preguntas situadas en el punto de mira de este artículo, fruto de años de experiencia con GPS, que nos inducen a pensar en la necesidad de adoptar nuevos métodos, aunque lo esencial siga siendo qué ha de hacerse para alcanzar el objetivo final de cada trabajo concreto, lo que forma parte del acervo de conocimientos del profesional experimentado, y que quienes se incorporan a la profesión deberán adquirir ayudados desde el principio por un medio tan potente. Es por ello que reivindicamos la expresión tradicional "Levantamientos" o "Levantamientos topográficos", incorporada al título de este trabajo.

El Instituto Geográfico Nacional viene incorporando a sus trabajos la técnica GPS desde 1.989. En principio circunscrita al área de Geodesia donde quedaron orilladas de inmediato las mediciones electrónicas de distancias y las angulares, tradicionalmente al uso para reobservación de las redes de primer orden e inferior. Aproximadamente tres o tres años y medio después se inicia su incorporación a los trabajos del

mapa con equipos de menor rango y precisión -tipo de trabajo al que se refiere principalmente este artículo- apoyándose en los puntos (vértices) geodésicos como tradicionalmente se ha venido haciendo, y por supuesto en el sistema GPS (constelación de satélites NAVSTAR).

2. Fundamento del método diferencial GPS

La respuesta requeriría partir del conocimiento básico de la constitución del sistema y su funcionamiento, así como los observables registrados por los distintos tipos de receptores y las diversas técnicas para discriminar la información. Pero creemos que el lector está informado suficientemente o puede hacerlo sin mayor dificultad; más aún, estimamos no sea necesario mayor detalle puesto que nos vamos a referir únicamente al observable denominado "pseudodistancia" (pseudorange), básico en navegación, y en esencia el relativo al tipo de receptor utilizado en nuestro caso, que es además de una sola frecuencia L1.

Se pretende pues, mejorar la precisión de la posición obtenida por un receptor (móvil) para un punto e instante concreto. Para ello nos basamos en otro receptor ubicado en un lugar de coordenadas conocidas de antemano con precisión (referencia), que registre su posición simultáneamente al primero, con ello se permitirá estimar los sesgos sistemáticos (errores) producidos principalmente por la SA (Selective Availability) y cancelar en el móvil su efecto. Las ecuaciones de la "pseudodistancia" y "fase" en un punto, para un satélite y en una época determinada (instante), son los siguientes:

$$p = \rho + c(dt-dT) + d_{ion} + d_{trop} + dp \quad [1]$$

p	distancia observada "pseudodistancia"
ρ	distancia geométrica función de la posición del receptor y la del satélite (efemérides)

c	velocidad de la luz (300 Km. en 1 milisegundo)
dt	estado del reloj del satélite (afectado por SA)
dT	estado del reloj del receptor
d _{ion} y d _{trop}	retardo ionosférico y troposférico
dρ	error orbital (afectado también por SA)
λN	longitud ambigua inicial = N longitudes de onda
∅	fase observada

[2]

$$\emptyset = \rho + c(dt-dT) - d_{ion} + d_{trop} + d\rho + \lambda N \quad (\text{fase})$$

En consecuencia las ecuaciones de las diferencias entre los dos receptores, "referencia" y "móvil", son los siguientes:

[3]

$$\Delta\rho = \Delta\rho - c\Delta(dT) + \Delta(d_{ion}) + \Delta(d_{trop})$$

[4]

$$\Delta\emptyset = \Delta\rho - c\Delta(dT) - \Delta(d_{ion}) + \Delta(d_{trop})$$

ya que tratándose del mismo satélite en ambas observaciones el error del reloj es el mismo y el error orbital casi idéntico, es decir, Δ(dt) = 0 y Δ(dρ) = 0; además, las diferencias de los retardos ionosférico y troposférico se reducen notablemente.

La tabla 1 muestra valores tipos orientativos de la exactitud esperable tanto para cada uno de los factores intervinientes en la pseudodistancia como para la posición obtenible (se interpreta por sí sola).

RESUMEN DE LAS FUENTES DE ERROR GPS (navegación código C/A)		
Exactitud para cada satélite	GPS (m.)	DGPS (m.)
Reloj del satélite	1.5	0.0
Errores orbitales	2.5	0.0
Ionosfera	5.0	0.4
Troposfera	0.5	0.2
Ruido del receptor	0.3	0.3
Multitrayectoria	0.6	0.6
SA	30.0	0.0
EXACTITUD DE LA POSICIÓN		
Horizontal	50	1.0
Vertical	78	2.0
3D	93	2.8

Tabla 1

No obstante, es menester atender a otros aspectos que intervienen sin duda en las precisiones alcanzables, como son:

- utilización de una sola referencia y la distancia entre referencia y móvil (por ejemplo 200 Km)
- uso de referencias múltiples para ganar en exactitud (precisión externa) en un rango de distancia similar al anterior.
- sistemas de cobertura de áreas amplias, continentales (Wide Area DGPS - WADGPS)
- sistemas de cobertura mundial (Worldwide Wide Area DGPS - WWDGPS)
- manera de aplicar las correcciones diferenciales: procesado a posteriori o, en tiempo real donde interviene ya la edad de las correcciones diferenciales (anti-güedad).
- calidad de los receptores empleados.

En este trabajo nos vamos a limitar a presentar las experiencias relativas a Levantamientos topográficos para lo cual lo más indicado, como veremos, es el postproceso de datos. No obstante, en el campo de aplicaciones tratado, es de sumo interés el caso de los "replanteos" que requieran una precisión del mismo orden considerado, siendo DGPS en tiempo real la solución. Por el contrario, de necesitar altas prestaciones como sería el replanteo de obra civil la solución es RTK (Real Time Kinematic) con receptores de fase, técnica que no mencionamos en este artículo.

3. Incorporación de la tecnología DGPS e implantación de una metodología de trabajo

El proceso de formación del Mapa Topográfico Nacional MTN25 pedía en numerosas ocasiones arbitrar fórmulas de levantamiento más o menos expedito para dar solución a la carencia de elementos de cierta importancia en la restitución fotogramétrica, debidos bien a la fecha de vuelo o, simplemente para modernizar una hoja sin cambios muy numerosos. Para resolver estas necesidades y ampliar la capacidad operativa, encontramos en la incorporación a la dotación del área de Cartografía de equipamiento GPS (receptores de código, navegadores) la posible solución, ya que nos podíamos apoyar en los trabajos y experiencias del área de

Geodesia que había iniciado sus trabajos con GPS años antes, como ya hemos mencionado.

El equipo inicial es en apariencia externa el mismo con el que trabajamos hoy en día, aunque ha cambiado la tecnología de correlación, de analógico a digital, y más moderna versión del software de tratamiento de los datos, lo que produce mejores resultados dentro del orden esperado. Es muy ligero, transportable en una pequeña mochila y de fácil manejo. Está compuesto, como puede verse en la figura 1, a la izquierda del operador, por el receptor ("móvil") con sus baterías (caja negra) al que van unidos una antena domo, instalable en un jalón o sobre la mochila, o sobre el techo de un vehículo, y un colector de datos con lápiz óptico (interface de comunicación del operador con el receptor y medio de registro tanto de los datos GPS como de los elementos asociados al levantamiento); además, la "estación de referencia" se puede configurar con un receptor similar, sustituyendo el colector de datos por un ordenador de sobremesa, o portátil, según el vértice de referencia donde se instale, podíamos considerar que es lo ubicado a la derecha del operador.

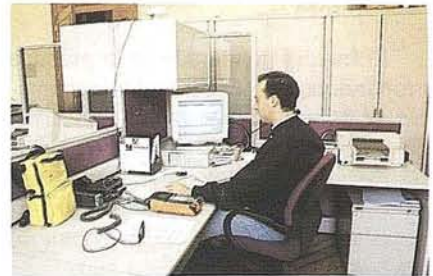


Figura 1

Para echar a andar, seguimos un proceso de tres etapas entrelazadas, que cualquiera considerará lógico, y conviene recordar, a saber: "práctica piloto" o test, "evaluación de la práctica" y "organización del trabajo productivo". Este proceso se repetirá constantemente, quizás con una apariencia sencilla y apenas imperceptible, en el desarrollo posterior de campañas de trabajo ordinario, que en este caso llamaríamos "proceso de optimización".

3.1. Práctica piloto o test

Se elige un conjunto de puntos conocidos previamente con precisión superior y se programa un primer trabajo a fin de aprender, evaluar posibilidades del nuevo equipamiento y estar en disposición de

programar trabajos rutinarios. Elegimos dos conjuntos: una línea cerrada de carreteras en el entorno de Madrid y una serie de mojones de una línea entre Términos de la propia Comunidad. Para ello, se fija, y fijamos los objetivos siguientes:

- estudiar las posibilidades del equipo (especificaciones, manuales, logical) en relación con el tipo de levantamiento.
- seleccionar elementos puntuales y lineales para un levantamiento con dificultad media de ejecución.
- repetibilidad de medidas sobre algunos elementos.
- evaluación de la prueba en sus aspectos:
 - * facilidad/dificultad para el operador
 - * análisis de resultados
 - * eficacia de las ayudas diseñadas (tablas de código de barras, por ejemplo)
 - * fallos o dudas salvables con una preparación del trabajo más eficiente
- extraer conclusiones, método de trabajo y normas.

3.2. Evaluación de las prácticas piloto

El estudio ponderado de la práctica proporciona una experiencia inestimable de como llevar a cabo la observación, capacidades y limitaciones, tiempos, y tantos otros detalles, para luego definir instrucciones y método a seguir en las subsiguientes "campañas ordinarias". Así ocurrió, y la mejor manera de expresarlo es con algunos comentarios descriptivos de las prácticas programadas, citadas en el apartado anterior.

El primero de ellos, un recorrido motorizado, tenía unos 45 Km de desarrollo con dos circuitos cerrados (aproximadamente en ocho), de ellos unos 3 Km recorridos dos veces y 2 Km recorridos tres veces. Las reiteraciones se hicieron en uno de los tramos como ida y vuelta entre dos nudos secuencialmente, y en el otro con los recorridos separados en el tiempo, haciéndolo coincidir con la primera y última parte de la práctica. El punto de partida y final se encontraba en la Ciudad Universitaria, y el trayecto discurría por la N-VI, M-500 y M-503, siendo el punto más alejado Majadahonda.

Una vez efectuada la corrección diferencial se comprobó el ajuste con la

restitución fotogramétrica de la hoja del MTN nº 559 a escala 1:25.000 verificando la coincidencia en todos los tramos, en los reiterados (repetibilidad), en los lazos, rotondas de entronque, pasos a distinto nivel, puentes y puntos kilométricos. Sólo una excepción, una amplia curva en la M-503 que comienza en el Cerro de las Covatillas donde se apreció un radio distinto al del trazado en el mapa, aunque el arranque y final de la misma y los tramos adyacentes coincidían plenamente. Este hecho, se valoró como positivo, al interpretar que esta carretera, nueva, debió incluirse al actualizar el mapa procedente de planos del proyecto, como ha sido práctica habitual, cuando la realización de la obra ha sufrido alguna alteración. En resumen, el resultado demuestra idoneidad para el levantamiento de líneas, como caminos o similares, y elementos asociados a nivel de la escala del MTN.

El segundo de ellos, fue el levantamiento de 16 puntos de los que se conocían sus coordenadas procedentes de medidas con teodolito y distanciómetro de precisión. Merece resaltar, cómo las notas de campo detectaron anticipadamente las discrepancias anómalas resultantes para los mojones 36, 55 y M3T final, y que las dispersiones son acordes con la expectativa de alcanzar un rms de 2 m. aproximadamente.

3.3. Organización del trabajo productivo. Normas

Hemos llegado a la parte constitutiva del objetivo primordial del trabajo piloto, que constituye en definitiva la última meta del denominado proceso de optimización. Fruto de la experiencia, exponemos a continuación de forma esquemática y jerarquizada lo que son puntos necesarios de especial atención, esenciales para alcanzar la máxima operatividad, rendimiento y rigor de los resultados.

a) Preparación de la campaña. Siempre ha sido un punto importante en los levantamientos topográficos, pero al utilizar la técnica GPS adquiere máxima relevancia pues el tiempo empleado en ella tiene un efecto multiplicador sobre la eficacia y rendimiento de las fases posteriores.

- Marcar sobre fotografías aéreas, mapas antiguos o minutas de formación, los itinerarios, zonas, líneas, puntos de referencia y de verificación, etc. objeto del levantamiento.

- Elección de itinerarios y orden de observación. No es una cuestión banal cuando hay que recorrer cruces, lazos o redes de caminos nuevos (concentración parcelaria, polígonos, urbanizaciones), y un buen método ahorra recorridos y olvidos. La figura 2 muestra un ejemplo sencillo.

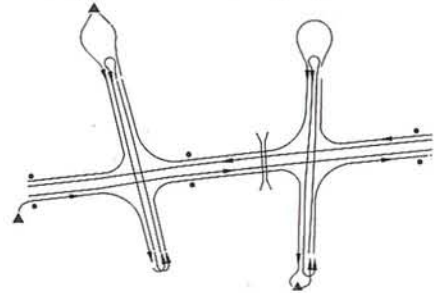


Figura 2. * Detalles puntuales
▲ Puntos de control

- Preparación de diccionarios para inclusión de elementos lineales y superficiales en base de datos. Es conveniente diseñar varios, uno para cada tema, sencillos de manejo, que se van abriendo y cerrando según interese en cada parte del levantamiento. (Figura 3).

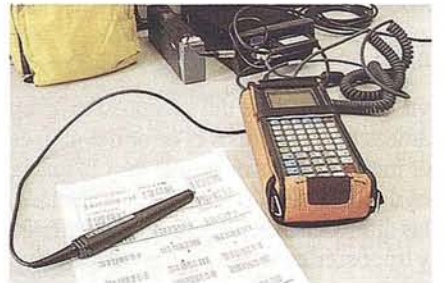
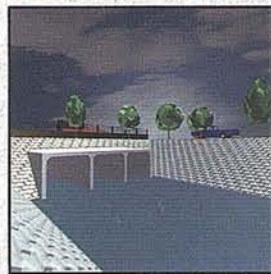
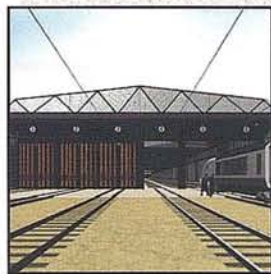


Figura 3

- Establecer un cronograma de desarrollo del trabajo. Se pone especial énfasis en el equipo "base común" pues sin su correcto funcionamiento no se dispondrá de solución aceptable al trabajo desarrollado por los dos equipos móviles.
- Decidir la cadencia de registro de los receptores base y móviles, así como la duración del estacionamiento en puntos singulares. Pueden ser, por ejemplo, de 5 segundos, 1 segundo y 10 minutos o más respectivamente.

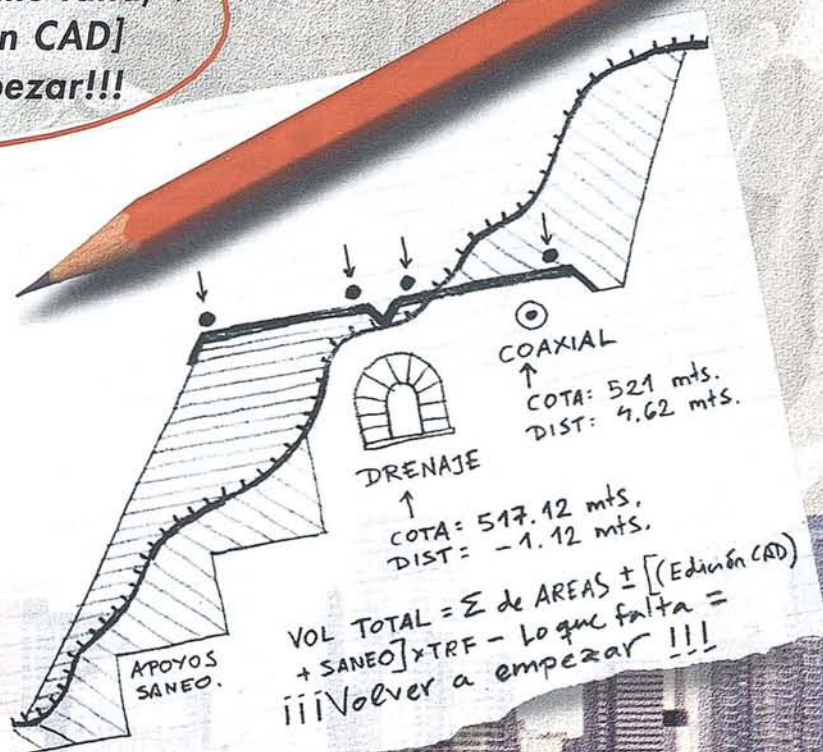
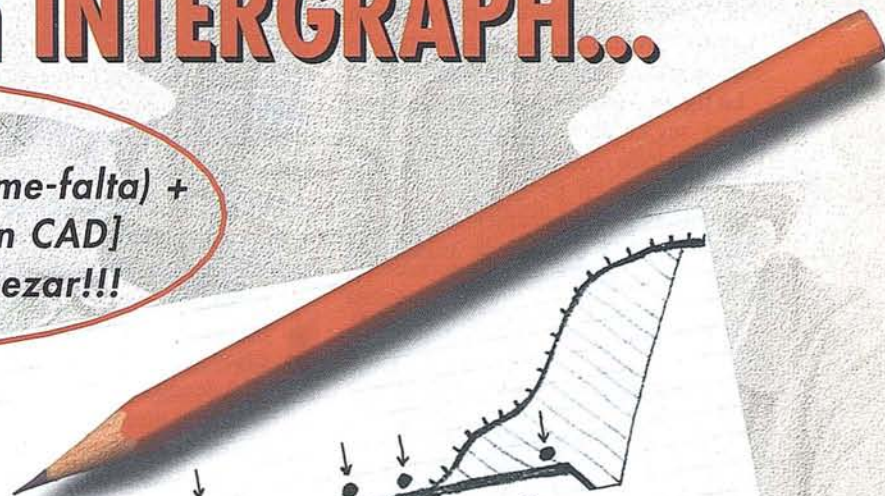
b) Medidas de campo. La forma de trabajo con GPS es más rápida y el tiempo de ocupación de los elementos puntuales menor, por lo que no es conveniente dejar nada a la improvisación confiando "ciegamente" en los automatismos implementados. Para ello es recomendable:

OBRAS PÚBLICAS - TOPOGRAFÍA - DISEÑO - CONSTRUCCIÓN
 SiteWorks • InRoads • InRail



Con INTERGRAPH...

Volumen =
 $f [\Sigma(\text{perfil} \pm \text{lo-que-me-falta}) + \Delta(\text{saneos}) \pm \text{edición CAD}]$
 = ¡¡¡Volver-a-empezar!!!



...usted ya estaría en el siguiente proyecto!

(91) 372 80 17
 (93) 200 52 99
 (94) 463 40 66

¡Llámenos hoy mismo!

INTERGRAPH

REF. OCI1079

Intergraph, InRail y el logotipo Intergraph son marcas registradas e InRoads y SiteWorks son marcas de Intergraph Corporation. Otras marcas y denominaciones de productos pertenecen a sus respectivos propietarios. Copyright 1997 Intergraph España.

- Seguir el método de las normas rigurosamente tanto las de carácter general como las particulares de la campaña.
- Control diario del avance del trabajo.
- Verificación del buen funcionamiento de la base de referencia, por parte de quien la atiende, en especial cuando se encuentra distante de la zona de trabajo. La figura 4 muestra la ventana general para seguir el funcionamiento de la base en todo momento, debiendo verificar el registro de ficheros horarios generados automáticamente según la programación previa que puede ser para una semana completa.

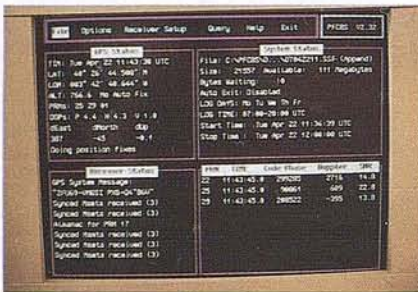


Figura 4

- Llamadas telefónicas diarias al operador que atiende la base para conocer cualquier tipo de incidencia, por si excepcionalmente hiciera falta repetir parte de un levantamiento.
- Cálculo previo día a día, siempre que sea posible, cuando el equipo de campo, controle en su propia zona la estación de referencia.
- Prestar especial atención a los "puntos de paso obligado" que constituyen el "control interno" (repetibilidad), y al levantamiento de "puntos conocidos", por ejemplo algún vértice geodésico de fácil acceso aunque no forme parte del levantamiento propiamente dicho, que configuran el denominado "control externo".

c) Procesado definitivo de los datos.

Resultados. Se trata de una parte esencial obviamente, pero no lo es ni más ni menos que las dos anteriores. La secuencia estimada para la obtención de los mejores resultados es la siguiente:

- Utilización de coordenadas para los puntos de referencia en el sistema propio del GPS, que se habrán obtenido previamente, para lo que nos remitimos al punto 5 de este trabajo.
- Efectuar la corrección diferencial de los ficheros del equipo o equipos móviles, también en el sistema GPS (WGS84).

- Eventualmente solventar problemas excepcionales acudiendo a la corrección por coordenadas, cuando la de pseudo-distancias (PRC y RRC) no fuera posible. No suele ser necesario.
- Visualizar gráficamente los resultados.
- Transformar las coordenadas WGS84 al sistema local, con un tratamiento especial de la altimetría. Estos aspectos se desarrollan específicamente en los puntos 5 y 6 de este artículo.
- Evaluación del resultado en los puntos de "control interno" y de "control externo" mencionados anteriormente.

Finalmente, estas tres partes exigen dos trabajos de enorme importancia, MEMORIA de cada trabajo y CONCLUSIONES. Se trata de dos documentos separados con distinto destino cada uno de ellos. El primero, MEMORIA, debe ser escrito para completar el trabajo y reflejar de forma resumida pero completa todo el proceso y resultados, pensando en que el destinatario inmediato (el responsable del mapa) tenga un conocimiento exacto, como si él mismo hubiera efectuado el trabajo de campo, y que el potencial usuario en el futuro tenga posibilidad de usarlo, completarlo o mejorarlo cuando acuda al archivo para su recuperación. Por el contrario, el destinatario de las CONCLUSIONES, será el gestor de proyectos, quien evaluará resultados y, en su caso, incorporará o modificará aspectos de las normas a la vista de aquellas y de las propuestas formuladas.

4. El empleo de DGPS en levantamientos para MTN25

Es cierto que en un principio los equipos de una frecuencia para navegación (código), como se ha indicado anteriormente, podían proporcionar un rms de 2m., pero actualmente se utilizan dos métodos conocidos uno como "submétrico" y el otro, permaneciendo durante cierto tiempo en un punto de estación, denominado "decimétrico". Los receptores empleados en la primera época nos proporcionan precisiones ampliamente suficientes para la escala 1:25.000 del MTN, pero los últimos avances citados validan lo expuesto en el punto 3 para la gama baja de las escalas grandes (por ejemplo 1:5.000).

El empleo de equipos y software de GPS aplicados a diferentes tareas relativas al mapa abarcan un amplio espectro, que van desde levantamientos de líneas límite jurisdiccionales, hasta el control de trabajos de empresas contratadas por el IGN, pasando por levantamientos de actualización de elementos puntuales, lineales o superficiales, e incluso dar coordenadas a entidades de población para actualizar su base de datos o dar respuesta a peticiones de otros departamentos.

El vértice ubicado en la terraza de uno de los edificios del IGN (figura 5) incorporado a la red geodésica y perteneciente a la red "Iberia-95", ha sido para la gran mayoría de los trabajos donde se ha instalado la estación de referencia, cuando no era preciso acercarla a otro vértice de la zona en cuestión por exigencia de la precisión necesaria.

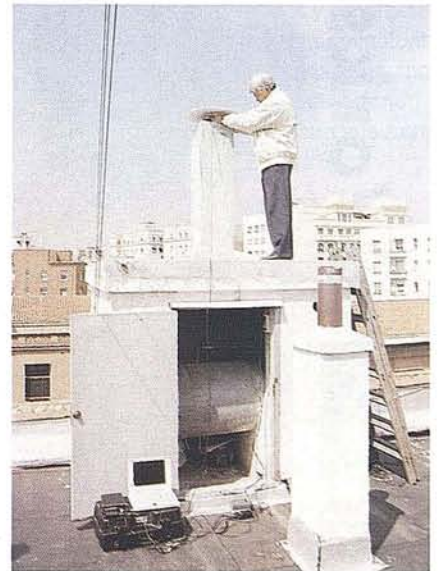


Figura 5

Son elementos lineales comúnmente objeto de actualización, autovías, nudos de comunicaciones, variantes de circunvalación, caminos forestales, líneas de alta tensión, etc. La figura 6 representa las posiciones tomadas en un entronque de carretera y autovía, donde se puede apreciar el buen acuerdo de las curvas de transición y enlace, así como la repetibilidad en tramos recorridos dos y tres veces. Entrando es curioso observar las retenciones o cambios de velocidad del vehículo.

Como ejemplo de elementos superficiales o mixtos mostramos la figura 6, trazado a escala 1:20.000 (próxima a la del mapa) el levantamiento de una zona de

concentración parcelaria donde se puede apreciar la rectitud de muchos viales, caso típico cuando la zona es llana. Elementos de tipo superficial mixtos son polígonos industriales, urbanizaciones o polígonos varios. En ocasiones, cuando se dispone de cartografía a escala grande, no se efectúa un levantamiento exhaustivo, sino que, se levantan ejes y puntos fundamentales de referencia que servirán para ajustar la digitalización detallada del resto.

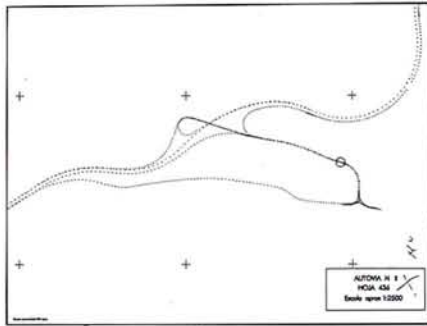


Figura 6

Los elementos puntuales más comunes son: postes kilométricos, cruces de líneas como referencia de otra cartografía de mayor escala a digitalizar, puntos de chequeo de restitución, gasolineras, postes de tendido eléctrico, etc, y por supuesto los propios puntos de control interno y externo. En la figura 7 vemos el vehículo para levantamientos motorizados con su antena GPS en



Figura 7

el techo tomando un punto kilométrico y poste SOS.

Finalmente insistiremos una vez más en la ineludible operación del "control externo" o si se prefiere la verificación de que las correcciones que se están aplicando proporcionan unas coordenadas correctas dentro del orden de precisión tolerable. La tabla 3 nos muestra las discrepancias encontradas en un conjunto de ellos en vértices de la red pertenecientes a hojas del MTN separadas de la referencia entre 150 y 300 Kms.

Las diferencias y sesgos se comentarán en los puntos 5 y 6 siguientes, aunque sin entrar en demasiadas profundidades permiten concluir que los trabajos tienen una calidad suficiente para la escala 1:25.000, máxime si tenemos en cuenta las verificaciones efectuadas en cada trabajo por coincidencia de elementos de enlace ya restituidos fotogramétricamente.

A pesar de que estas muestras son exponente de la mayoría de los trabajos efectuados para el mapa, existen dos casos extremos: el primero de ellos cuando se requiere precisión para la obtención de puntos de control terreno, que citaremos más adelante; el segundo cuando la exactitud requerida es escasa por la propia naturaleza de los puntos.

Ejemplo de este último fue la necesidad de atender cierta petición de la Dirección General de Industria sobre qué núcleos de población se encuentran dentro de un radio predeterminado de las instalaciones nucleares. Si bien se cuenta con una base de entidades con coordenadas de la que se extrajo un primer resultado, algunos núcleos carecían de ellas o no existía el registro según el último nomenclator del INE. Además, era necesario verificar aquellos situados relativamente cerca de los límites en cuestión, y entre otras razones, porque las coordenadas de los centroides obtenidas por un operador y tomadas de la cartografía a escala 1:50.000 podían tener una dispersión a priori de unos 100 m. Se levantaron por GPS entre 350 y 400 centroides, 239 de ellos disponían de coordenadas antiguas, y tratadas las discrepancias se obtuvo una dispersión de 57 m. Después de eliminar 12 casos erróneos, podemos afirmar que ha sido un buen test sobre la base de entidades, y ha demostrado la necesidad de proceder

CONTROL DE VÉRTICES

Trabajo en provincias del norte y noroeste (varias hojas del MTN)

Hmtn	Nombre	Xutm (ROI) Xutm (lev.)	Δx	Yutm (ROI) Yutm (lev.)	Δy	H (ROI) H (lev.)	ΔH'	ΔH''
451	Peña de D.	245315.65	0.94	4545500.25	-0.39	862.19	-5.40	+1.00
		245314.71		4545500.64		867.59		
162	Gambrillas	304509.64	0.91	4718195.23	-2.75	962.70	-2.61	-0.62
		304508.73		4718197.98		965.31		
275	Pinta	410307.03	-0.03	4662093.59	-2.90	910.10	-1.25	+0.89
		410307.06		4662096.49		911.35		
234	Rebollar	336156.42	1.42	4685794.25	-2.75	843.50	-1.20	-0.65
		336155.		4685797		844.70		
479	Camino Canal	293272.98	1.29	4534238.21	-1.08	805.80	-4.16	+0.32
		293271.69		4534239.29		809.96		
452	Viso	278641.37	0.33	4544439.85	-1.19	862.90	-3.86	+0.24
		278641.04		4544441.04		866.76		
127	Gistreo	710073.12	2.32	4735500.06	-2.41	1731.10	-4.27	+0.20
		710070.80		4735502.47		1735.37		
195	Aragas	295737.33	1.71	4693457.02	-2.43	814.10	-4.04	-1.68
		295735.62		4693459.45		818.14		
MEDIA DE DIFERENCIAS			+1.11		-1.99		-3.35	-0.04
SIGMA DE DIFERENCIAS			0.75		0.95		1.51	0.90

Tabla 3

también a la corrección diferencial aún en casos donde se requiera una precisión escasa.

5. Sistemas geodésicos de referencia: local y GPS

Es evidente que se requiere el resultado final en un sistema de referencia local (p. ej. ED50 para Península y Baleares o Pico de las Nieves para Canarias) con independencia de las coordenadas horizontales, bien sean geodésicas o planas UTM. Por otro lado las observaciones se hacen en el sistema GPS, generalmente WGS84.

Se trata de una cuestión importante, que suscita a menudo dudas y ante la cual muchas veces se adopta una solución no muy bien resuelta. Inherente al problema nos encontramos, con que el sistema GPS proporciona coordenadas geodésicas referidas a WGS84: latitud, longitud y altitud sobre el elipsoide (h) (sería más propio decir cartesianas espaciales X, Y, Z), cuando las utilitarias requieren la altitud referida al nivel medio del mar (H) y coordenadas planas (x, y) en una proyección conforme.

Proponemos cuatro formas de operar, aunque todas ellas necesariamente aproximadas:

a) Transformación de semejanza espacial entre sistemas casi paralelos.

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{LOCAL} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{WGS84} + \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & X & 0 & -Z & Y \\ 0 & 1 & 0 & Y & Z & 0 & -X \\ 0 & 0 & 1 & Z & -Y & X & 0 \end{bmatrix}_{WGS84} \begin{bmatrix} \Delta X_0 \\ \Delta Y_0 \\ \Delta Z_0 \\ \mu \\ R_x \\ R_y \\ R_z \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{LOCAL} \Rightarrow \begin{bmatrix} \varphi \\ \lambda \\ h \end{bmatrix}_{local} \Rightarrow \begin{bmatrix} x_{UTM} \\ y_{UTM} \\ h \end{bmatrix}_{local}$$

No obstante subsiste la necesidad de conocer la ondulación del geoide en el sistema local, o en el geocéntrico (WGS84)

[5]

$$H = h_{WGS84} - N_{WGS84} = h_{local} - N_{local}$$

Este tema se trata en el punto 6 de este artículo.

Un conjunto de 7 parámetros calculado por nosotros para pasar de WGS84 a ED50, en base a 36 puntos de las redes EUREF89 e IBERIA95, son:

$$\Delta X_0 = -131.03 \text{ m} \quad \Delta Y_0 = -100.25 \text{ m} \quad \Delta Z_0 = -163.35 \text{ m} \quad \mu = 9.39 \text{ ppm}$$

$$\text{Sigmas: } 0.11 \quad 0.11 \quad 0.11 \quad 0.33 \text{ ppm}$$

$$R_x = 1''.244 \quad R_y = 0''.019 \quad R_z = 1''.144$$

$$\text{Sigmas: } 0''.089 \quad 0''.116 \quad 0''.100$$

rms: dirección N/S 0.70 m. dirección E/W 0.71 m. altitud 0.43 m.

Parámetros parecidos a estos deberán ser declarados oficialmente, en su día, cuando puedan darse valores definitivos del marco de referencia que supone IBERIA95.

b) Emplear las fórmulas clásicas de cambio entre sistemas (Molodensky), que parte de la hipótesis del paralelismo de ejes en ambos, donde intervienen las separación de los orígenes ($\Delta X_0 \Delta Y_0 \Delta Z_0$), la diferencia del semieje a y la diferencia de aplastamiento f.

La DMA calculó estos parámetros para numerosas redes de distintos países, y están implementados en el software de muchas casas fabricantes de equipos GPS. Para pasar de Datum ED50 a WGS84 en España y Portugal proporciona: $\Delta X_0 = -84 \pm 5$ $\Delta Y_0 = -107 \pm 5$ $\Delta Z_0 = 120 \pm 3$ $\Delta a = -251 \text{ m}$ $\Delta f = -0,14192702E-4$, habiendo sido calculado a partir de 18 estaciones doppler previo paso de WGS72 a WGS84. Los parámetros de traslación obtenidos por nosotros son: $\Delta X_0 = -86.83 \pm 1.05$ $\Delta Y_0 = -105.92 \pm 3.86$ $\Delta Z_0 = -123.32 \pm 1.14$

No obstante, ha de tenerse en cuenta que las fórmulas nos proporcionan \varnothing , e h (incremento elipsoidal), y por tanto, igual que en el caso anterior se debe contar con un modelo Geoide para obtener la altitud ortométrica.

c) Separar el conjunto de coordenadas horizontales de la altimetría. Consiste en obtener previamente las coordenadas planas x, y (proyección UTM) en cada uno de los dos sistemas con sus parámetros elipsoidales (a, f) para cada conjunto de puntos conocidos en ambos, y hallar la transformación de semejanza correspondiente.

La altimetría deberá tratarse como en los casos anteriores.

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}_{UTM LOCAL} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & x & y \\ 0 & 1 & y & -x \end{bmatrix}_{UTM WGS84} \begin{bmatrix} \Delta x_0 \\ \Delta y_0 \\ a \\ b \end{bmatrix}$$

Esta forma de operar puede estar indicada para áreas pequeñas, disponiendo de 4 ó más puntos conocidos en ambos sistemas, según la extensión de que se trate, estando bien distribuidos en la zona.

d) Emplear unos polinomios de superficie que nos den los incrementos de latitud, longitud, altitud elipsoidal y ondulación del geoide, obtenidos por regresión múltiple a partir de un conjunto de puntos conocidos en los dos sistemas. La DMA los calculó para algunos sistemas geodésicos locales, entre ellos ED50 (conjunto europeo), que proporcionan una calidad del ajuste de $\pm 2.0 \text{ m}$. Así tenemos:

$$\Delta \varphi = P(u,v) \quad \Delta \lambda = Q(u,v) \quad \Delta h = R(u,v) \quad N_{ED50} = N(u,v)$$

Siendo $u = k(\varphi - 52^\circ)$ $v = k(\lambda - 10^\circ)$ $k = 3\pi/180$ grado máximo 9 y numerosos coeficientes \varnothing

Tal vez sea este sistema el más aproximado, cuando se dispusiera de un número importante de vértices geodésicos de la red en ambos sistemas, porque la transformación absorbería las pequeñas irregularidades a lo largo y ancho de la red antigua ya que no lo pueden hacer las transformaciones matemáticas anteriores. Para ello, es menester que el proyecto REGENTE se extienda a toda la Península cuando las disponibilidades presupuestarias lo permitan. No obstante, queda al margen de este supuesto, el polinomio que modele la ondulación del geoide.

6. La altimetría

Hemos visto anteriormente la necesidad de disponer de un modelo de ondulaciones del geoide con precisión adecuada a las exigencias de la aplicación.

El software propio de las casas suministradoras de equipos GPS incluye algún modelo, que necesariamente será global, por lo que en cada país se desa-

rollan modelos específicos más ajustados a su realidad propia.

En España, por ejemplo, contamos con el geoide gravimétrico desarrollado en la facultad de ciencias de la UCM, Geoide Ibérico 95, que está siendo refinado y para ello se está teniendo en cuenta también la observación GPS de los proyectos, ya mencionados, IBERIA-95 y REGENTE.

Este último consiste en disponer de puntos GPS, con una densidad media uniforme cifrada en un vértice de ROI o RPO por hoja del MTN50, al que se suman observaciones en clavos de la red de nivelación. Se ha cubierto aproximadamente el cuadrante NE de la Península, y con sus resultados, se ha comparado el valor deducido de la diferencia entre altitudes elipsoidales GPS y altitudes ortométricas con el obtenido del modelo mencionado. Es significativo considerar que ambas resultan centradas y sus desviaciones estandar son respectivamente 0.44 y 0.16 metros, aún sin haber eliminado algunas "equivocaciones" claras que se aprecian en las alas. Si a esto se añade el que las diferencias observadas sobre el mapa 1:1.000.000 muestran tendencias claras de variación continua por zonas, llegamos a la conclusión de que su uso supone un gran avance, más aún, si se utilizan sus variaciones y una corrección aditiva o sustractiva deducida de algún valor conocido por observación directa (por ejemplo en la zona cubierta por REGENTE).

Una comprobación de ello, y al mismo tiempo del método denominado anteriormente como "decimétrico" se ha llevado a cabo sobre un conjunto de vértices entorno al del IGN con segmentos que van de 1.5 a 37 km. Recordemos 0"01 equivalen aproximadamente a 30 cm. En el aspecto altimétrico podemos observar el excelente resultado al aplicar el modelo de geoide, pero también se constata en observaciones menos precisas, basta acudir a la tabla 3 donde las diferencias reflejadas (D_x D_y DH') son consecuencia de aplicación del software comercial y por el contrario DH'' ha sido obtenido utilizando el modelo de Geoide Ibérico.

Es indudable la conveniencia de disponer de unas buenas coordenadas del punto referencia, en este caso el vértice

IGN; pero cabe preguntarse, ¿qué hacer en zonas no cubiertas todavía por el proyecto REGENTE, y cómo obtener un valor de ondulación referido a ED50 para transformar las coordenadas WGS84?

El procedimiento seguido es:

- sea cual sea el método adoptado para obtener coordenadas para los puntos de referencia en WGS84, emplear su inverso para transformar los resultados del trabajo de este sistema a ED50,
- teniendo en cuenta que, en el entorno de un punto en cuestión, la variación del modelo es pequeña y más aún lo es la de su gradiente, partiendo de valores aproximados (φ' λ')_{WGS84} y del valor de N_{WGS84} (modelo) se transforma a ED50 con las fórmulas del punto 5. La altitud obtenida es un valor muy aproximado de N_{ED50} . Con este valor se dispone ya de (φ , λ , $h = H + N_{ED50}$) que se transforman a WGS84.

En definitiva, es el proceso aplicado habitualmente para resolver los trabajos en el IGN, cuya finalidad principal es iniciar los cálculos -siempre relativos entre puntos- en las mejores condiciones de partida para alcanzar la máxima precisión, pues el vector incógnita entre dos puntos A y B no es un vector libre.

Con esto se pretende llamar la atención sobre dos planteamientos, que a nuestro modesto entender, constituyen sendos vicios constatados a través del estudio de trabajos recibidos de empresas. El primero de ellos es utilizar para "arrancar" las coordenadas procedentes de una "observación de punto aislado". Un ejemplo:

Vértice XXX (coordenadas WGS84)

posición a priori (punto aislado)

40°11'10"8553N 0°32'12"2019W 1117.91 (h)

coordenadas finales (punto aislado)

40°11'08"9616N 0°32'13"10803W 1138.20 (h)

sigma: 0.855 m 0.742 m 1.709 m

nº total de observaciones 3071. RMS de unidad de peso 21.86 m.

coordenadas transformadas a partir de ED50

40°11'09"0039N 0°32'12"9702W 1152.32 (h)

La diferencia de altitud es notable, y por ello se justifica el alto valor de RMS, nada menos que con 3071 observaciones. También es cierto que, en la transformación de semejanza posterior para obtener los valores ED50, la diferencia queda compensada parcialmente, y el trabajo no es rechazable; pero no es menos cierto, que obtener coordenadas de arranque mediante transformación es mucho mejor y evita varias horas de observación.

El segundo "vicio" es proceder a una compensación altimétrica introduciendo como observaciones el valor Δh correspondiente a los vectores GPS calculados, con lo que no se considera la diferencia de ondulaciones en los extremos de cada par de puntos. Es decir, se estima $\Delta h = \Delta H$, cuando no es cierto, y se confía en que el ajuste por mínimos cuadrados "distribuya" las diferencias. Como hemos visto, la utilización del modelo citado salva este escollo, aunque lo correcto sería utilizar programas de compensación tridimensional, donde se tiene en cuenta la matriz varianza-covarianza de cada vector, puesto que sus componentes están correlacionados.

7. Conclusión

El conjunto de epígrafes de este artículo ha pretendido efectuar un recorrido, lo más completo posible, sobre una gran variedad de trabajos encaminados a la puesta al día del mapa o, en algunos casos, a completar el proceso de formación. La utilización de la técnica GPS para levantamientos topográficos y cartográficos, y más en concreto el diferencial (DGPS) se revela como la herramienta más potente con que jamás se haya contado. Hacer realidad el uso de este procedimiento en tiempo real, constituye una expectativa muy interesante de cara al futuro inmediato, y proporcionará un avance aún mayor en el proceso operativo.

El amplio panorama desarrollado haría prolija la enumeración de una serie de conclusiones concretas, más propias de diversos trabajos monográficos, por lo que estimamos que el lector puede sacar sus propias conclusiones.

RESTITUCIÓN NUMÉRICA DEL MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL 1:25000 EN EL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

Fco. Javier Hermosilla Cárdenas.
Ingeniero Geógrafo.
Jefe del Servicio de Cartografía Numérica.
Instituto Geográfico Nacional

I.-INTRODUCCIÓN

A partir de 1986, el IGN inicia el proceso de Restitución Numérica como método de adquisición en soporte digital de la información cartográfica contenida en el MTN25. Desde entonces y hasta ahora, si el tiempo transcurrido ha sido apenas de diez años, el camino recorrido ha sido largo y las experiencias acumuladas importantes.

Como es normal, la fase de adaptación o sustitución de los sistemas tradicionales de producción cartográfica a las nuevas técnicas, en este caso concreto la restitución numérica, suscita y sigue suscitando problemas importantes y variados, que afectan de forma directa tanto al personal técnico que los utiliza en su trabajo, como a la sociedad que es la usuaria de dicha producción cartográfica. En efecto, en una organización como el IGN dedicada a la obtención de información cartográfica, es importante la conversión no traumática de su personal, de manera que los operadores se acostumbren gradualmente a los nuevos procedimientos y a los "nuevos productos" con facilidad, sin necesidad de tener que hacer excesivos cursos de formación y adaptación a los nuevos sistemas adquiridos, ya que en caso contrario se genera una cierta inseguridad al trabajar en los mismos.

Otra cuestión importante, es que al ser la información en soporte digital más flexible en cuanto a su utilización y gestión, provoca por parte de la sociedad nuevas demandas de cartografía



Aspecto de la información en el proceso de restitución numérica.



Vista de una de las salas de restitución del Instituto Geográfico Nacional.

numérica en formatos y soportes muy diversos, lo que supone una mayor exigencia en la producción cartográfica.

Se puede concluir esta introducción citando las dos líneas básicas de actuación en los trabajos de restitución numérica, y que han sido los siguientes:

- Estudio de los distintos equipos destinados al proceso de restitución numérica, cuya diversidad y complejidad dependen de cada firma comercial y cuya evolución es constante en el tiempo.
- Estudio y redacción de los pliegos de condiciones técnicas que constituyen el conjunto de normas, precisiones y contenidos de la información del MTN25 para restituir numéricamente.

II.- PROYECTO DE RESTITUCIÓN NUMÉRICA DEL MTN25

II.1.- OBJETO DE LA RESTITUCIÓN NUMÉRICA. DEFINICIÓN

Se define la restitución numérica como el método de adquisición de la información cartográfica en soporte informático a partir de fotogramas que componen pares estereoscópicos.

Su objeto es registrar las coordenadas (X, Y y Z), que definen la geometría de aquellos elementos topográficos a incorporar en el MTN25, asociados con códigos o simbologías que permitan su determinación unívocamente, según un nivel de clasificación establecido.

Quedan también incluidos en los trabajos de restitución, la revisión de la geometría de los elementos registrados y su conti-

nidad topológica, de manera que cada elemento sea único y continuo dentro de cada hoja del MTN25, transcurra por uno o mas pares estereoscópicos.

Tenemos que:

- La unidad de registro en restitución es el modelo estereoscópico.
- La unidad en el tratamiento de la información es el conjunto de modelos que comprende cada Hoja del MTN25.

II.2.- MÉTODO OPERATIVO.

El método propuesto fue el de realizar una restitución digital, interactiva y en tres dimensiones con los fines siguientes:

- Obtención de información digital de todo el territorio nacional formando una base cartográfica numérica a escala 1:25.000 (BCN25).
- Obtención de un modelo digital del terreno de alta resolución (MDT25).
- Publicación de hojas del MTN25 mediante técnicas de edición y trazado automático.

Para ello se confeccionó un menú de restitución y hoy todavía, después de diez años, sigue estando vigente, lo que equivale a reconocer que su consistencia funcional, visual y semántica es óptima.

Uno de los problemas fue la determinación de la precisión de manera que siempre fuese lo suficiente para que las coordenadas de cada elemento registrado puedan permitir su trazado a

escala 1:25.000 como mínimo. Para ello, en la selección automática de puntos de la fase de registro se tomó el criterio de flecha (2,5 metros) como primario y el de distancia (variable según el tipo de elemento) como secundario analizando estos parámetros tridimensionalmente.

También fue interesante la elaboración de la tabla de geocódigos que forma parte de la información almacenada y siempre se pretendió que:

- Contemplase la clasificación de contenidos del MTN25 a nivel de restitución.
- Su adecuación a la codificación de la BCN25.
- Estuviese abierta a distintas consideraciones que sin poderse prever en la fase inicial, si pudieran ocurrir en otro momento (incorporación de otras bases cartográficas, expansión de la codificación, etc.).

Por último, y para cerrar la fase de la restitución numérica, se implantaron una serie de aplicaciones que garantizaban la geometría de los elementos restituidos, tanto en altimetría como en planimetría y también creaban una "topología de continuidad", en el sentido de que cada elemento registrado en distintos modelos se transformase en un sólo elemento "geográfico" e "informático".

Una vez corregidos los errores detectados por las aplicaciones anteriormente citadas, se procede a una revisión "cartográfica" para cada hoja del MTN25, comprobando los casos con las colindantes ya restituidas, examinando si la morfología del terreno representada por las curvas de nivel coincide con la

I.G.N. SERVICIO DE FOTOGRAMETRIA RESTITUCION - MTN25

CREACION DE NUEVOS ELEMENTOS

RELIEVE	HIDROGRAFIA	COMUNICACIONES	CONSTRUCCIONES	USOS DEL SUELO
CURVAS DE NIVEL DIRECTORAS	CURSO CONTINUO EDICION	AUTOPISTA	CALLE	LINEA DE SEPARACION DE USOS
CURVAS DE NIVEL DEPENDIENTES	CURSO DISCONTINUO EDICION	CARRERA	AGUAFUERA DE EDIFICIOS	CANAL
CURVAS DE NIVEL AUXILIARES	ESCALONADO	ESTACION DE FERROCARRIL	ALICATA	ALBERCA
PUNTO ACOTADO NORMAL	PUNTO ACOTADO EN HOJA	ESTACION DE FERROCARRIL VIA UNICA	BOCA DE TUNEL	ALBERCA DE AGUA
BORDE DE TERRAPLEN	BORDE DE DESMORTE	ESTACION DE FERROCARRIL DESMONTADO	PUENTE	ALBERCA DE AGUA
CANTERA	HORA A CIERTO ABIERTO	CANAL	ALCANTARILLA	ALBERCA DE AGUA
ESCOMBRERA	DEPOSITO	SEÑAL	ALCANTARILLA	ALBERCA DE AGUA
LINEA DE CAMBIO DE POSESION	LINEA DE COSTA	CANAL	ALCANTARILLA	ALBERCA DE AGUA

NIVELES VISIBLES	ELEMENTOS ESPECIALES	CONTROL DE PANTALLA	SEGUROS	RECINTOS	FICHEROS DE REFERENCIA	MODIFICACIONES
PONER QUITAR	LINEA DE USO GENERAL	ESCALA 1:25000	NIVEL SI NO	CREAR RECINTO	TRAER QUITAR FICHERO	BORRAR ELEMENTO COMPLETO
RELIEVE 2	MARCO DE MODELO	AMPLIAR REDUCIR	INGENIERIA DE PUNTO DE PROYEC. DE PROFUND. NO	CREAR RECINTO	ENCENDER APAGAR	BORRAR PARTE DE UN ELEMENTO
COMUNICACIONES 6	MARCO DE HOJA	VER TODA LA ZONA		CONTENER RECINTO	PONER QUITAR NIVELES	BORRAR CONTENIDO DE UN RECINTO
HIDROGRAFIA 3	VERTICE GEODESICO					RENDER Borrar
CONSTRUCCIONES 5						
VEGETACION 4						
TEXTOS 7						
CANAL 11-13	TEXTOS					
PLANIMETRIA 3,5,6	DESDE UN PUNTO SOBRE UNA LINEA					
TOPO 2-7	BAJO UNA LINEA A LO LARGO					
CONFIRMAR	CAMBIA TEXTO					

MODOS DE REGISTRO	UTILIDADES	CAMBIOS DE IDENTIFICACION
POLIGONAL POR PUNTOS	OPCIONES DE BORNEO	CAMBIA TIPO DE ELEMENTO
POLIGONAL CONTINUA	NIVELES VISIBLES	CALCULAR ELEMENTO AL ACTIVO
POLIGONAL ORTOGONAL	COMPARAR FICHERO	CULTIVOS
CUADRADO POR LADO	CAMBIA ESTADO DEL BORNEO	IDENTIFICAR ELEMENTO
CIRCULO 3 PUNTOS	COPIA DE SEGURIDAD	

MONTESILVAN 8785 REC-DATA/STATION/DATA/CARTOGRAFIA

disposición de la red hidrográfica, revisando las vías de comunicación, estructura de los cascos de población, etc., procediéndose, si es preciso, a nuevas correcciones hasta conseguir que la hoja restituida este en condiciones de integrarse en los trabajos de formación y edición para posterior publicación del MTN25 así como de acceder al cálculo del MDT correspondiente.

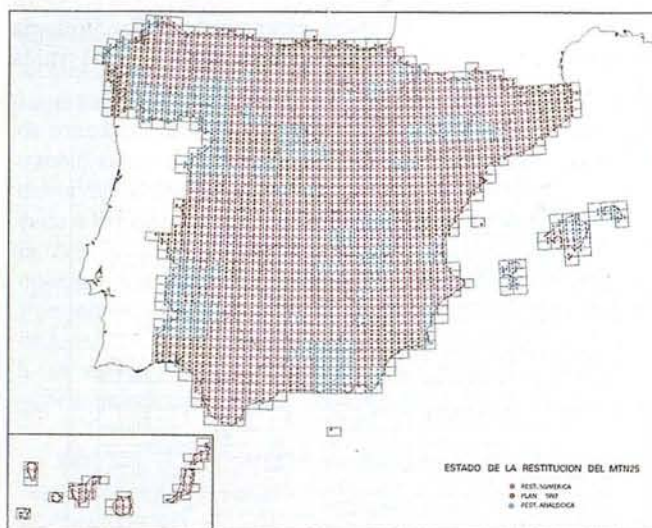
II.3.- DESARROLLO DEL PROYECTO. ESTADO ACTUAL Y PREVISIÓN A CORTO PLAZO

Para el desarrollo del proyecto, se estableció un cronograma de actuación de manera que se consiguiera la restitución numérica a escala 1:25.000 de todo el territorio nacional en el menor tiempo posible, combinando la producción propia del I.G.N. con la asistencia técnica de empresas especializadas en estas tareas.

A continuación se muestra una tabla, en la que se refleja la producción anual de hojas restituidas numéricamente, junto con lo previsto para el año 1997.

AÑO	1988	89	90	91	92	93	94	95	96	97	TOTAL
HOJAS	4	74	73	430	647	731	200	172	404	628	3363

Deduciéndose que del total de 4.170 Hojas que comprende el MTN25, se tiene un total del 60% de dicha Serie ya restituido numéricamente y que cumplidos los planes del año 1997 se llegará al 80%.



En el gráfico que se adjunta se puede ver la distribución geográfica de los datos anteriores.

III.- EQUIPOS ADQUIRIDOS POR EL IGN PARA LA RESTITUCIÓN NUMÉRICA DEL MTN25

Desde el comienzo del proyecto de restitución hasta el momento actual, el IGN fue adquiriendo distintos sistemas o configuraciones, que obedecían en cada concurso principalmente a los tres factores siguientes:

- Disponibilidad por parte de cada sistema o firma comercial para ofrecer en sus configuraciones aquellos soportes físicos o lógicos que más se ajustaban a las necesidades y requerimientos del IGN.

- El precio, que además de venir limitado por el plan de inversiones del IGN, había que considerar la rapidez con que evoluciona todo el material informático, tanto en soporte lógico como físico, sin apenas tiempo de amortización.
- La evolución del propio proyecto de restitución que en el transcurso del tiempo ha ido variando en sus exigencias o disponibilidades, como ha sido la utilización de vuelos altos para aumentar la producción pero que incapacitaba a los aparatos analógicos adaptados a numéricos en el proceso de restitución por las limitaciones propias de estos tipos de instrumentos, así como las puestas al día y actualizaciones que exigían otras tareas fotogramétricas como la obtención de ortofotos.

Todo esto, hizo que no se apostase por un único sistema sino que se fuese adquiriendo aquel que en un determinado momento cumplía mas satisfactoriamente cada uno de los requisitos exigidos.

En la actualidad la dotación de recursos técnicos implantados en el IGN para el proceso de restitución numérica, son:

- Nueve restituidores analógicos convertidos a restitución numérica.
- Nueve restituidores analíticos.
- Cinco estaciones fotogramétricas digitales y un escaner fotogrametrico.

Con esta última adquisición, el IGN ha iniciado su paso al mundo de la fotogrametría puramente digital y aunque aun es pronto para hacer una evaluación precisa de los resultados, sí que a priori, se pueden obtener conclusiones que avalan este camino emprendido y que se pueden resumir en los siguientes puntos:

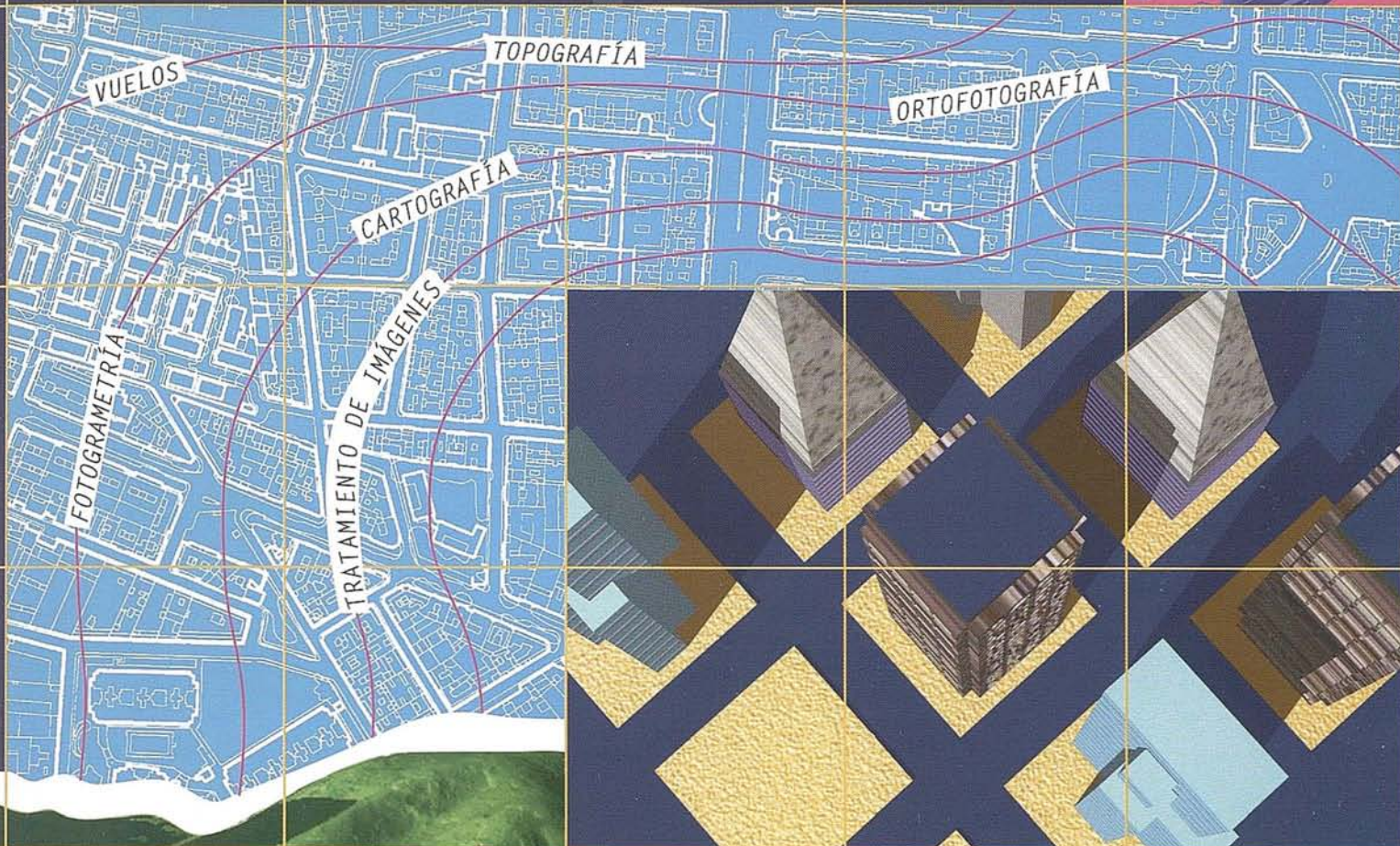
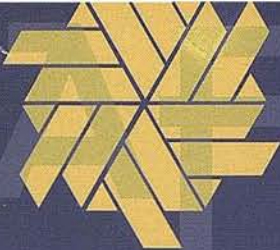
- La cantidad de información del MTN25 ya restituida numéricamente y para la que empieza a ser necesaria una actualización y puesta al día con vuelos más recientes, se puede abordar fácilmente con este tipo de estaciones, empleando la superposición de imágenes rasterizadas con ficheros vectoriales.
- Los restituidores analíticos debido a sus componentes óptico-mecánicas de gran precisión, siguen y seguirán teniendo un precio elevado. En contrapartida, el desarrollo de las estaciones digitales, al ser plataformas puramente informáticas, sus precios tienden a bajar e incluso a ofrecer mejoras importantes en cuanto a dispositivos de almacenamiento, velocidad de proceso y tratamiento de la información digital.

Pero si la estrategia relativa a cada adquisición de soporte físico ha sido siempre en función del avance de las nuevas tecnologías, no ocurrió lo mismo en cuanto al soporte lógico, ya que siempre se realizaron las distintas adquisiciones mediante estudios sistemáticos de la capacidad de producción cartográfica y seguridad del proceso informático, evitando costes adicionales y riesgos de incompatibilidad informática entre distintas versiones de las hojas restituidas, de manera que haciendo estos análisis de riesgo el mantenimiento adaptativo de la línea de producción ha sido muy homogéneo en el transcurso del proyecto.

IV.- CONCLUSIONES

Se podría concluir afirmando que la restitución numérica del MTN25, manteniendo toda la calidad métrica e informativa que esta serie requiere, estará disponible para la totalidad del territorio nacional en muy corto plazo.

GRAFOS



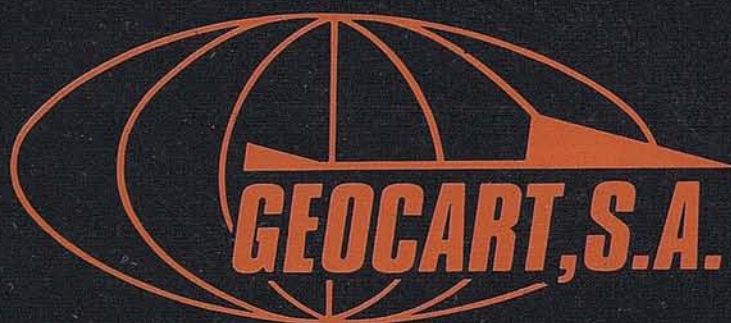
este es

nuestro territorio

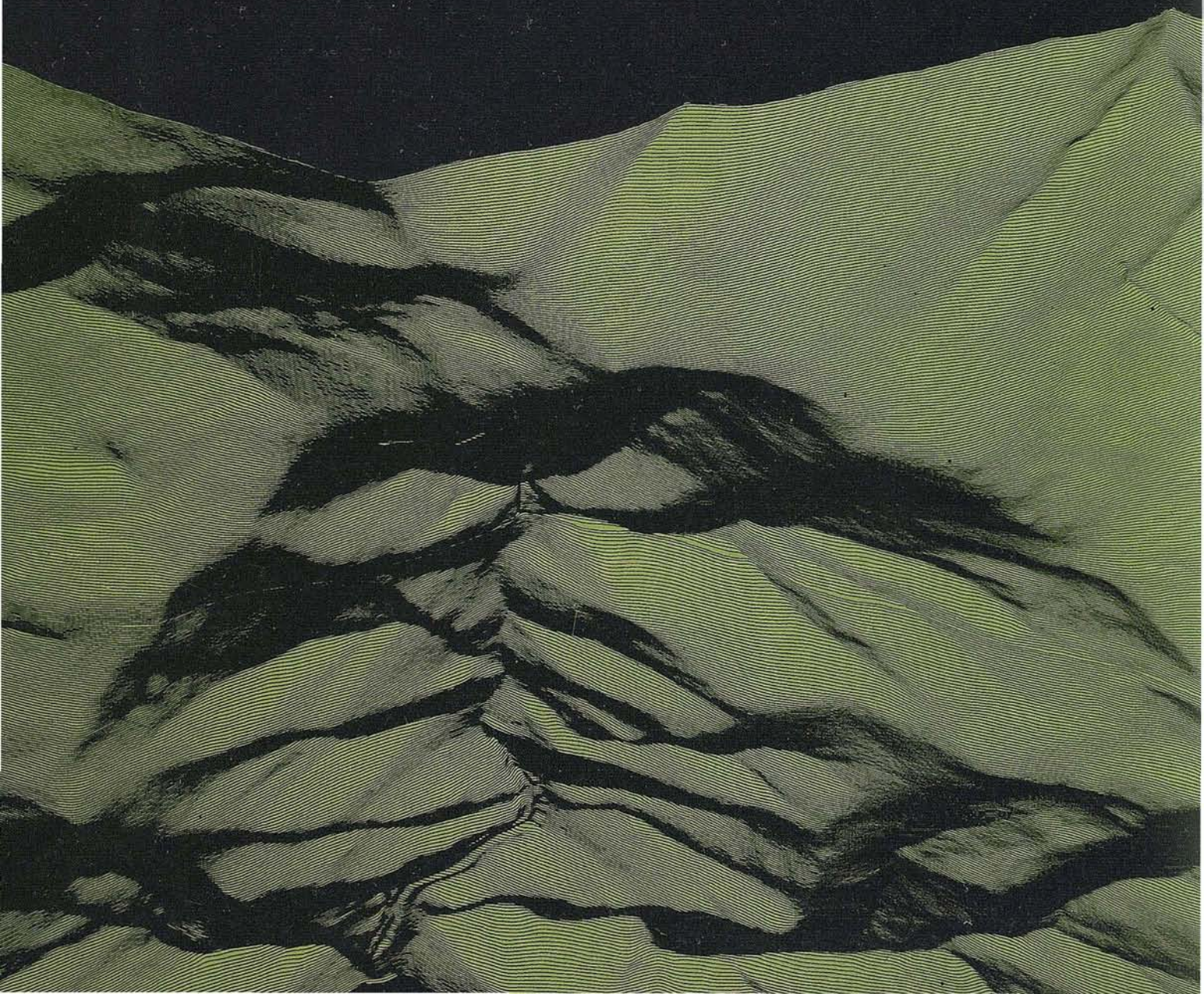


GRAFOS

información geográfica y diseño, s.a.



Avenida de América, 49 – 28002 MADRID
Tel. (91) 415 03 50



Fotografía Aérea. Laboratorio Industrial.
Topografía. Cálculos. Restitución Analítica.
Ortofotografía. Cartografía.
Tratamientos Informáticos. Catastro.
Teledetección. Gis.



DESCRIPCIÓN Y CONTENIDOS DEL MTN25

Agustín Cabria Ramos.
Ingeniero Geógrafo.
Jefe de Servicio.

Carlos García Riera.
Ingeniero Técnico en Topografía.
Jefe de Servicio.

S.G. de Producción Cartográfica (I.G.N.).

PROLOGO

Para confeccionar adecuadamente un mapa es necesario fijar una normativa de contenidos y representación que facilite su elaboración y defina claramente la información que debe contener, independientemente de la técnica y procedimientos empleados. Hay que tener en cuenta que los contenidos vendrán en función de la escala, existiendo para una escala determinada, elementos representables (linealmente o mediante signo convencional) y elementos no representables. Además, es preciso conseguir una uniformidad que permita referenciar mapas realizados a diferentes escalas.

En la formación del Mapa Topográfico Nacional 1:25.000 (MTN25), tarea encomendada por ley al Instituto Geográfico Nacional, intervienen diferentes departamentos de este organismo, incluidos los Servicios Regionales, en dependencia funcional de la Subdirección General de Producción Cartográfica.

Es fácil llegar a la conclusión que en la formación de este mapa ha participado un numeroso grupo de técnicos cuya finalidad es elaborar cada hoja con los mismos contenidos y características. Pero para conseguir un producto cartográfico de calidad y homogéneo es necesario aplicar los mismos criterios cartográficos. De ahí la evidencia de aplicar una normativa que fije las condiciones generales de formación y edición del MTN25.

La descripción de los contenidos del MTN25, que se definen a continuación, fue redactada en gran medida por D. Cesáreo Sanz Alonso, al que es justo reconocer los muchos años dedicados al MTN25 y el magisterio que como ejemplo deja a sus continuadores. Lamentablemente, el paso inexorable del tiempo trajo consigo su jubilación y le apartó de responsabilidades cartográficas, que tratamos de suplir con cierto esfuerzo y mucho ánimo los continuadores de su labor.

1. INTRODUCCIÓN

El proceso cartográfico tiene como fin completar y seleccionar la información que conformará la minuta definitiva. En cuanto a la publicación se refiere, los elementos se agrupan en cinco grandes bloques correspondientes con los cinco

colores de impresión: **siena, azul, verde, rojo y negro** obteniendo para cada uno de ellos, un positivo final de impresión del mapa. Estos colores se corresponden, salvo algunas excepciones, con la representación respectivamente del **relieve, hidrografía, usos del suelo, carreteras y poblamiento, y otros elementos del mapa** como ferrocarriles, caminos, líneas administrativas, toponimia, etc.

Con objeto de sistematizar el estudio de cada uno de los grupos que integran el contenido del mapa, vamos a agruparlos en dos apartados: **Geografía Física y Geografía Humana** y estudiar cada uno de ellos por separado.

La definición de contenidos para una escala determinada es el punto de partida de cualquier proyecto cartográfico, pues fija qué debe figurar; qué es consustancial y qué es accesorio y puede dificultar la lectura del mapa.

2. GEOGRAFÍA FÍSICA

La representación gráfica de la realidad física (topografía), se realiza en tres grandes grupos de información: **Relieve, Hidrografía y Usos del Suelo.**

2.1. RELIEVE

Su representación se realiza por el sistema de **curvas de nivel**, eligiendo las curvas múltiplos de 10 metros. Las que además sean múltiplos de 50, **curvas directoras**, se dibujan con un trazo más grueso.

Si en la minuta fotogramétrica aparecen curvas con 5 m de equidistancia, llamadas **curvas auxiliares o intercaladas**, se estudiará si es o no conveniente mantenerlas y en caso afirmativo, llevarán su código correspondiente. Se tratará, obviamente, de tramos de curva en zonas llanas, donde se considere necesario aclarar la ondulación del terreno para una mejor lectura del mapa o resaltar un cambio de pendiente que se produce entre las dos curvas normales (múltiplo de 10) pero más próximo a una de ellas.

Las **curvas de depresión**, siempre curvas cerradas, llevarán su código y por tanto su símbolo correspondiente.

Excepcionalmente, las curvas de nivel en glaciares o neveros permanentes, se dibujarán en color azul.

En zonas de pendiente muy acusada, podrán suprimirse algunas o todas las curvas intermedias y aún puede haber casos de supresión de directoras, todo ello a juicio del operador, con objeto de evitar el empastamiento de la representación del relieve. Las zonas de escarpados, acantilados, terrenos volcánicos, etc. se representarán con la sobrecarga correspondiente.

Las **playas, arenales, dunas, escombreras, terrenos abancalados, etc.**, se localizarán en la minuta para ser tramas en la edición.

Las curvas directoras deberán acotarse atendiendo a los siguientes criterios:

- Las cotas deben tener una densidad espacial suficiente para poder leer la información sin dificultad.
- Se colocarán por grupos alineados procurando que la base de los números esté en el sentido descendente de la pendiente.
- En cualquier caso se evitará en lo posible, que los números se lean invertidos.
- El número que expresa la altitud, abre un espacio en la curva y se colocará bien centrado en el sentido de su trazado sin que pise ningún detalle planimétrico. No llevará punto para separar las unidades de millar de las centenas.

Para finalizar la parte correspondiente al relieve, deberá hacerse un estudio y selección de los **puntos acotados** que figuran en la minuta fotogramétrica con arreglo a las siguientes normas:

- Deben llevar cota todos los puntos notables del mapa, distinguiendo la precisión de la misma por el tipo de rotulación que lleven.
- Son puntos con cota de precisión aquellos cuya altitud se ha determinado por métodos de nivelación, entre los que cabe distinguir los vértices geodésicos y las señales de nivelación de precisión, si bien éstas últimas solamente se señalarán cuando así convenga a la claridad del mapa.

La cota de los restantes puntos, menos precisa, se indicará en los siguientes casos:

- Cumbres montañosas, sean aisladas o formen parte de una alineación.
- Collados importantes. Entre estos puntos y los anteriores la distancia no será menor de 1 cm, prescindiéndose en otro caso de la cota del punto de menor importancia relativa.
- Bordes de acantilados.
- Fondos de depresiones.
- Manantiales origen de ríos notables.
- Confluencias de ríos importantes, con doble margen, en su ángulo interno.
- Los cruces de líneas límite provinciales o nacionales, con ríos importantes.
- Orillas de lagos o embalses, en su máxima extensión y su máxima capacidad, respectivamente.
- Puentes.
- Bifurcaciones y cruces de carreteras y ferrocarriles.
- Estaciones de ferrocarril.

- Cabeceras de pista en los aeropuertos.
- Cruces de caminos importantes.
- Edificios notables aislados, (cota en el suelo).
- Puntos de inflexión destacados en las divisiones administrativas de toda índole, especialmente los puntos comunes a tres o más de ellas y los hitos fronterizos que se representen.
- En las grandes poblaciones, los puntos de cruce de las vías destacadas y las plazas más importantes.

Se entiende que el acotado de estos puntos solo será posible si se dispone del correspondiente dato; en todo caso se tendrá presente que la densidad de cotas no sobrepasará los límites que permitan una lectura fácil y un reconocimiento indubitable del punto. A tal efecto, el número que expresa la cota se aproximará al punto tanto como se pueda.

Todas las cotas, cualquiera que sea su precisión, irán siempre redondeadas al metro. Se rotularán en color negro por lo que, en ningún caso, interferirán con detalles planimétricos que se representen en ese color. Tampoco deberán solaparse con curvas directoras.



2.2.. HIDROGRAFÍA

Conforma, juntamente con la cuadrícula del sistema de representación (proyección U.T.M.) y la portada, el color azul de la hoja y contiene la información de todos los elementos hidrográficos naturales y artificiales, detalles puntuales relacionados con el agua y las curvas batimétricas que definen el fondo marino o el de grandes extensiones de aguas continentales.

Para su representación debe atenderse a las siguientes especificaciones:

La **línea de costa** se simboliza mediante una línea azul, distinguiéndose el tipo de orilla por medio de signos convencionales (acantilado, playas de arena o guijarros, costa rocosa, etc.), dato que habrá proporcionado la restitución o se habrá adquirido de otros documentos o de la revisión en el terreno.

Por medio de signos se representarán las zonas cubiertas por **marismas litorales**, con sus caños naturales y redes de drenaje.

El relieve submarino quedará definido por las **curvas batimétricas** de 5, 10, 20, 50, 100 metros y los sucesivos múltiplos de esta última. En el caso de conocerse con precisión alguna curva inferior a 5 metros, se incluirá en el dibujo, acotándose siempre. Al editar la hoja, deberá situarse en el margen inferior izquierdo la expresión: Información batimétrica: Instituto Hidrográfico de la Marina. Carta nº xx.

Las corrientes naturales de agua (**ríos, arroyos, torrentes, ramblas, etc.**), se simbolizan con una o dos líneas azules cuando su anchura tenga representación de 1 mm en la escala 1:25.000, o menor en el tramo de transición.

Se considera **curso permanente** aquel que lleva agua por lo menos diez meses al año, y, **no permanente**, el que sólo lleva agua durante la época de lluvias. Los ríos con el cauce seco se representan con el signo de rambla.

Debe indicarse mediante los símbolos correspondientes o en su defecto por medio de rotulación, los **rápidos y cascadas** que pueda haber en el cauce, así como los pequeños diques o presas si el ensanchamiento del agua embalsada que producen es mayor de 2 mm. En los ríos o arroyos no permanentes solamente se dibujará la presa si es obra de fábrica.

En los ríos o arroyos cuyo curso sea intermitentemente subterráneo, (río Ésera), debe dibujarse la parte subterránea, aún cuando no se conozca bien el cauce, para tratar de dar continuidad a las partes visibles del curso. Caso distinto es el del río o arroyo que, especialmente en zonas regables o de escasa pendiente, desaparece totalmente. En este caso se dibuja una v con el vértice unido a la línea de agua, que indicará que no ha habido fallo u olvido, sino que el cauce realmente desaparece.

Los **vados** deben llevar nombre o al menos rotular el genérico. Deben señalarse, únicamente, en cursos de agua con dos márgenes representables.

Las zonas de **aluvión** deben diferenciarse y llevar su símbolo, igualmente las **ramblas**, casi siempre secas, que no llevarán nunca fondo azul.

Los **cursos fluviales canalizados** total o parcialmente, se representan con un símbolo y con sus márgenes paralelas.

Especial cuidado merece la representación de los **barrancos**. Éstos son unas hendiduras profundas del terreno producidas por el agua de lluvia que se representan con el símbolo de arroyo no permanente situado en su línea de máxima pendiente en sentido descendente. Puesto que el barranco realmente pertenece a la orografía, la línea azul solamente se representará cuando desemboque en ríos o arroyos y tenga una longitud de, al menos, 4 o 5 cm. La excepción se produce en las zonas contiguas al nacimiento. Si se desconoce el sitio exacto donde nace la corriente de agua, como ocurrirá habitualmente, se mantienen las pequeñas vaguadas que, unidas, formarán el verdadero cauce. En terrenos secos se seleccionarán cuidadosamente para que el exceso de azul no desfigure el carácter árido de la zona.

En los casos en que caminos o sendas coincidan con el trazado de un curso de agua, tenga una o dos márgenes, se dará preferencia a éste, suprimiendo en tales tramos el dibujo de la vía de comunicación. No debe confundirse con carreteras cuya representación siempre tiene preferencia.

Los **lagos y lagunas** se dividen, al igual que las corrientes fluviales, en permanentes y no permanentes, diferenciándose, además de por la línea exterior, -línea seguida o a trazos-, por el fondo que será tramado en caso de permanencia o de líneas a trazos paralelas en caso de no permanentes. Es deseable, si se dispone del dato, dar las cotas de superficie y fondo de las aguas. Las **albuferas**, lagos salados interiores próximos a la costa, llevarán el mismo tratamiento que los lagos de agua dulce.

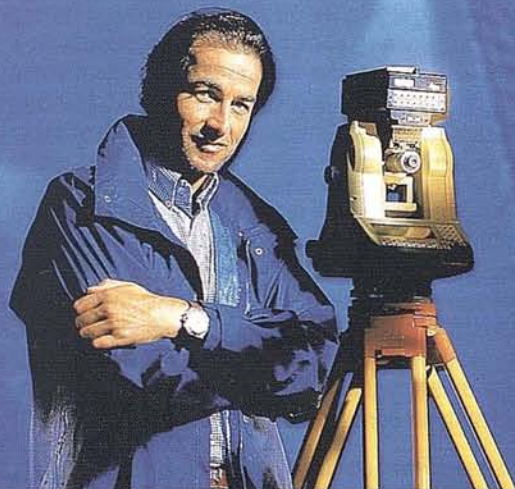
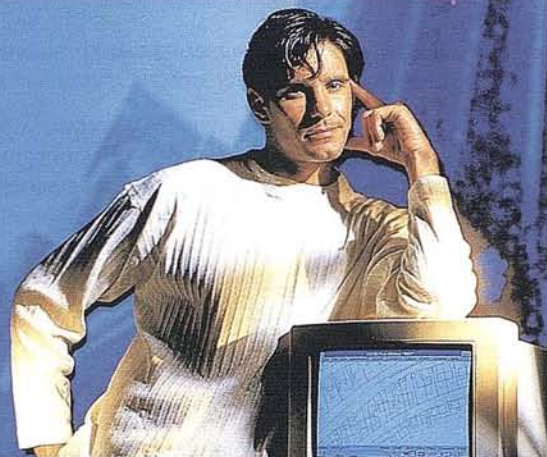
Las **zonas pantanosas y encharcables** se representan como una superficie cerrada con un signo distinto en cada caso. Conviene distinguir claramente la marisma, la zona pantanosa y la zona encharcable con el fin de que el mapa refleje fielmente la realidad del terreno.

Se localizará el mayor número posible de **fuentes y manantiales**, distinguiéndolos en la edición por su símbolo.

Las **obras hidráulicas** deberán clasificarse correctamente para su posterior simbolización, atendiendo a la normativa siguiente:

- Con el fin de simplificar la representación de los cauces artificiales de agua, los **canales y acequias** se unifican con una misma simbolización, distinguiéndose únicamente por el genérico correspondiente, si es que tienen nombre, (Canal de Castilla; Acequia Mayor; etc.). Deben clasificarse en tres grupos: **a)** mayores de 3 m de anchura, **b)** de 1 a 3 m y **c)** menores de 1 m de anchura. Por su situación se clasificarán en elevados, a nivel o subterráneos, señalándose igualmente cuando van en tubería y si ésta es descubierta o subterránea. Mediante símbolos se representarán todos los detalles relacionados con este tipo de conducciones: esclusas, respiraderos, sifones, pasos superiores e inferiores, pasarelas, etc. Las estaciones de bombeo, al no llevar signo, deberán indicarse rotulando el genérico correspondiente.
- Las carreteras o ferrocarriles que discurren paralelos y casi tangentes a canales o acequias, figurarán con su representación propia, retranqueando ligeramente los edificios situados en sus márgenes si los hubiere. Se sacrificarán sin embargo, si no cupiesen, los servicios secundarios paralelos, tales como caminos de servicio, sirgas, sendas, etc. La obra de fábrica construida para salvar un fuerte desnivel, el llamado **acueducto**, lleva un signo especial parecido al de puente, en el que no debe interrumpirse la línea de agua que discurre sobre él.
- Se cuidará especialmente la coherencia de las redes de riego, evitando que los canales o acequias nazcan espontáneamente, es decir, sin tomar el agua de ningún sitio; asimismo se seleccionarán las acequias de menor anchura manteniendo únicamente las que tengan un mínimo de 750 m de longitud. Se exceptúa de esta norma general, por lo que deberán dibujarse aunque fuesen menores, aquellas que empiecen o acaben en detalles planimétricos que figuren representados (ríos, canales, estanques, depósitos,

TPS-System 1000 – medición completa



¿Desea un sistema de medición por teodolito que cumpla sus altas exigencias en cuanto a precisión, fiabilidad y manejabilidad?

– **Por supuesto** –

¿Quiere un sistema que pueda ampliarse en el futuro? – **Claro** –

¿Debe ser motorizado el teodolito?

– **Eso estaría bien** –

¿Y desea en el futuro emplear sus datos GPS directamente en su teodolito? – **Seguro!**

TPS-System 1000 - la solución de medición completa para las tareas de hoy y de mañana. Consúltenos.

GEO 55-94

BARCELONA
Freixa, 45
Teléf. (93) 414 08 18
Fax (93) 414 12 38

MADRID
Basauri, 17 Edif. Valrealty
Teléf. (91) 372 88 75
Fax (91) 372 89 06

SEVILLA
Virgen de Montserrat, 12
bjs. dcha. C
Teléf. (95) 428 43 53
Fax (95) 428 01 06

BILBAO
Teléf. /Fax (94) 427 65 85

Leica

pozos, etc.) y los caces o caceras que suministran el agua a molinos o generadores eléctricos.

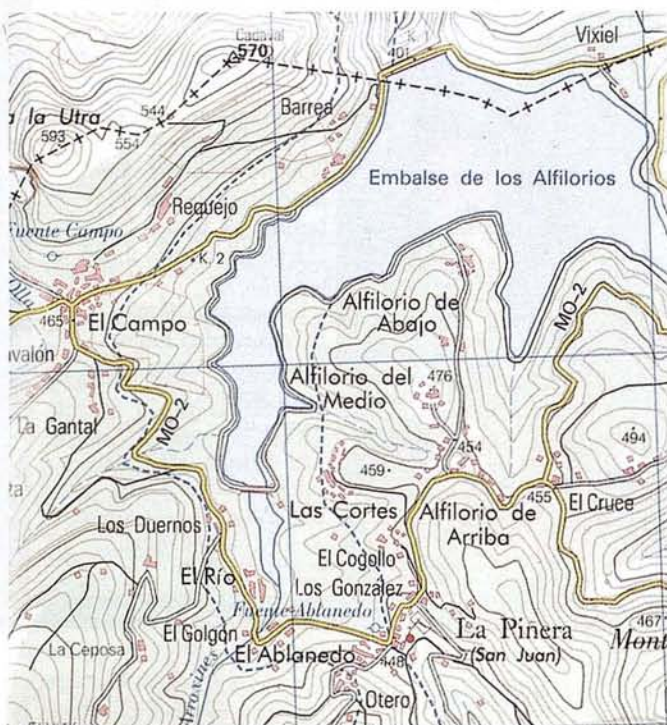
- Es necesario distinguir los canales y acequias de las **zanjas de avenamiento, drenajes o desagües** que, aunque procedentes de restitución vengan indiferenciados, en edición figurarán con un símbolo diferente.
- En el caso de embalses, se dibujarán como límites la presa en su verdadera magnitud y como línea azul de agua la curva de máxima capacidad, sea cual fuese el estado de carga en el momento del vuelo, anotando en negro junto a la presa la cota de coronación de ésta.

Será necesario averiguar, para poner el signo oportuno, si las **presas** son de fábrica o de materiales sueltos y si su altura es mayor o menor de 15 m. El contorno previsto para los **embalses en construcción** se dibujará a trazos en color azul, conservando toda la planimetría interior en sus respectivos colores. En la publicación, toda la superficie del embalse en construcción, irá cubierta por una trama azul de baja densidad.

Los **manantiales, fuentes, depósitos de agua**, indicando la circunstancia de que sean elevados, en superficie o subterráneos, **depuradoras, pozos, norias, aljibes, estanques, piscinas y abrevaderos** tendrán los signos convencionales correspondientes. Constará su topónimo si lo tuvieran, pero, de no ser así, no se rotulará el genérico. En zonas en que sean muy abundantes se hará una selección proporcional a su número y posición.

Las **salinas** se representarán a escala, con sus detalles internos, salvo que por su reducido tamaño sea suficiente con bordearlas de azul y poner el rótulo correspondiente. Como referencia puede tomarse que el lado mayor sea al menos de 25 m.

En los **glaciares** se dibujarán en azul las curvas de nivel, indicando el contorno del hielo. Igualmente se hará en los ventisqueros permanentes.



Respetando la norma general, cualquier obra hidráulica en construcción se dibujará a trazos.

2.3. USOS DEL SUELO

Bajo este epígrafe se designan los cultivos y aprovechamientos del suelo, la vegetación natural y las distintas clases de terrenos improductivos agrupados de forma que la lectura del mapa no pierda la necesaria claridad.

El documento procedente de restitución nos mostrará una serie de polígonos con una inicial en su interior que expresa el tipo de cultivo o suelo, separados por una línea verde de trazo continuo, si la división entre dos contiguos es clara y definida, o verde a trazos grandes si la línea de separación es confusa. Si la línea es de trazo y punto significa que la divisoria entre dos polígonos coincide con un detalle planimétrico.

Dado que por medios fotogramétricos no es fácil hacer una clasificación aceptablemente buena de los usos del suelo, será necesaria, en el momento de confeccionar la minuta, una revisión que aclare dudas y corrija defectos que impidan la comisión de errores de importancia. A tal efecto se sugiere la consulta de los mapas de cultivos y aprovechamientos del Ministerio de Agricultura, el estudio de los fotogramas y obviamente la revisión en campo, si fuera necesaria.

La gran variedad de cultivos que pueden darse en una misma hoja y la poca permanencia en el tiempo de algunos de ellos hacen aconsejable establecer un mínimo de superficie representable que será de 1 cm² en el mapa, pudiendo ser menor si su presencia fuera muy destacada en el entorno. Asimismo siempre que dos o más zonas de la misma clase se encuentren separadas entre sí una distancia menor de 0,5 cm se agruparán para formar una zona común.

Los usos del suelo están divididos en los grupos siguientes:

Bosques: Son masas de árboles de especies que potencialmente tengan altura superior a los 3 m y que cubran más del 25% de la superficie en que se hallan. Se excluyen las plantaciones regulares de especies fundamentalmente aprovechables por sus frutos (olivos, naranjos, almendros, etc.) que se representarán como cultivos arbóreos; sin embargo, se incluyen las plantaciones regulares de pinos, chopos, eucaliptos, etc., procedentes de repoblación forestal, cualquiera que sea su altura, así como los conjuntos irregulares de algunas especies cuyos frutos se recogen, como pino piñonero, castaño, encina, etc.

Se han considerado tres clases: coníferas, especies frondosas y mixtos (asociación de coníferas y frondosas).

- Las **coníferas**, (C en la minuta de formación), están representadas en España fundamentalmente por abetos, pinsapos, todo tipo de sabinas, enebros, pinos de varias clases, cipreses, alerces, etc.
- Son **frondosas**, (F), robles, hayas, castaños, encinas, alcornoques, chopos, álamos, eucaliptos, abedules, fresnos, olmos, sauces, alisos, tilos, etc.
- Los **mixtos** vendrán representados por la letra M.

Matorral. - (Mt). Comprende las superficies pobladas predominantemente con especies espontáneas arbustivas que

cubran más del 25% del terreno en que se hallen. Si no llegan a esta densidad se considerarán como erial.

Cultivos arbóreos.- Son plantaciones regulares de árboles que se aprovechan por sus frutos. Se consideran únicamente cuatro clases: **olivar** (P-O), **cítricos** (P-N), **frutales** (P-V) y **almendros** (P-A), que son representables desde el momento de su plantación independientemente de que hayan entrado en producción.

Cultivos de regadío.- Comprende las superficies en que se cultivan bajo riego todo tipo de plantas herbáceas tales como cereales, leguminosas, tubérculos, plantas industriales, hortícolas, forrajeras, etc.

A veces pueden coexistir con plantaciones de cultivos arbóreos o viña, aunque, salvo excepciones, predominará el signo del cultivo de regadío. Este tipo de cultivo, que requiere una utilización continua de agua, exige que se represente la red de acequias, tuberías o regueras que se lo proporcionan de modo permanente. No se considerarán regadíos, por tanto, los riegos por aspersion o las praderías en las que se distribuyen aguas de lluvia o de arroyos sin laboreo intensivo. Sin embargo, como excepción, se representarán como regadío las pequeñas huertas que se cultivan generalmente a orillas de los ríos.

Se consideran las siguientes clases: **Regadío permanente**, (Re); **Regadío con frutales**, (Re-Pv); **Arrozales**, (A); **Caña de Azúcar**, (C-A) y **Platanar**, (B).

Viñas.- El viñedo es un cultivo no arbóreo de plantación permanente que, en cepa o en parra, ocupa grandes extensiones de terreno y que frecuentemente ofrece serias dificultades para ser fotointerpretado, en consecuencia es recomendable utilizar los medios necesarios para representarlo convenientemente.

Se simboliza solo o mezclado con otros cultivos y viene definido por las siguientes siglas: **Viña**, (V); **Viña con Olivar**, (V-O) y **Viña con Frutales** (V-P).

Cultivos mixtos.- Bajo esta denominación se agrupan superficies de secano entremezcladas con plantaciones de viñas, olivos o de ambas especies, siempre con muy baja densidad de plantas o árboles. Se consideran las dos clases siguientes, de escasa o nula utilización: **viña y terreno claro** (V-X) y **olivar y terreno claro**, (O-X).

Terrenos claros.- Se incluyen dentro de este grupo las superficies que cultivan en secano, en labor intensiva o extensiva, plantas herbáceas tales como cereales, leguminosas, tubérculos, plantas forrajeras, etc., así como las superficies destinadas a barbecho y rastrojo en cada una de las alternativas de laboreo consideradas.

Dentro de este grupo se distinguen dos clases:

Terrenos claros despejados, (X) y **terrenos claros con árboles**, (X-A); a esta última clase pertenecen las zonas en las que la densidad de arbolado irregular sea inferior al 25% y, además, que estos árboles no pertenezcan al grupo de cultivos arbóreos, es decir, son generalmente pastizales entremezclados con frondosas irregularmente repartidas, (típicas dehesas salmantinas y extremeñas).

Se clasifican igualmente como terrenos claros los **eriales** (tierras sin cultivar) y los **matorrales** cuando su densidad sea menor del 25%.

Las **praderas** (superficies con aprovechamiento herbáceo de carácter permanente, tanto naturales como sembradas, susceptibles de siega al menos una vez al año) y los **pastizales** (áreas de pastos característicos de zonas áridas pobladas de especies espontáneas o sembradas que pueden ser aprovechadas en pastoreo y que habitualmente no se labran) se representarán con su correspondiente trama.

A veces, en el documento de cultivos procedente de restitución, aparece una superficie con las letras X-H, que definen zonas de pastizales encharcados circunstancialmente. Este aprovechamiento se representará con la trama de regadío.

Terrenos incultivables.- Son aquellos que por sus características geomorfológicas no son aptos para el cultivo y generalmente no crece vegetación o la tienen muy específica.

Se dividen en las clases siguientes: **playas, dunas** (D), **marismas** (Mm), **roquedos** (R) y **terrenos volcánicos** (L).

Parques y jardines (J).- Son espacios verdes dedicados a fines de recreo sin esencial aprovechamiento económico de las especies existentes. Su representación depende de su tamaño. Si son muy pequeños, (jardines en plazas o edificios singulares), es suficiente con una trama verde. Cuando los caminos que los conforman puedan ser representados, se traman de verde las superficies entre viales y, por último, si el parque es de gran extensión se pondrá la sobrecarga de las especies forestales que contenga.

Árboles singulares.- En este apartado se incluyen exclusivamente los árboles que por sus dimensiones fuera de lo común en su especie o por ser notables por alguna causa merezcan ser representados. Se consignará su nombre propio, si lo tienen.

Fila de árboles.- Se representan mediante un signo especial las alineaciones de árboles que flanquean carreteras, caminos, arroyos, etc. siempre que su longitud supere los 250 m. En la edición se tendrán en cuenta dos casos: árboles alineados a uno o a ambos lados del detalle. Si a uno solo, evidentemente en el mapa se situarán en la situación que corresponda. Si los árboles están en los dos lados se colocarán contrapeados para no densificar el dibujo. Naturalmente si los dos márgenes del detalle están bastante separadas, más que el ancho del símbolo de carretera, se dibujará la fila de árboles en cada uno de los lados sin modificar el signo.

Deben diferenciarse los **cultivos en invernadero** (I) del resto del regadío, por medio de su símbolo especial y aplicando un criterio selectivo en el caso de una gran abundancia.

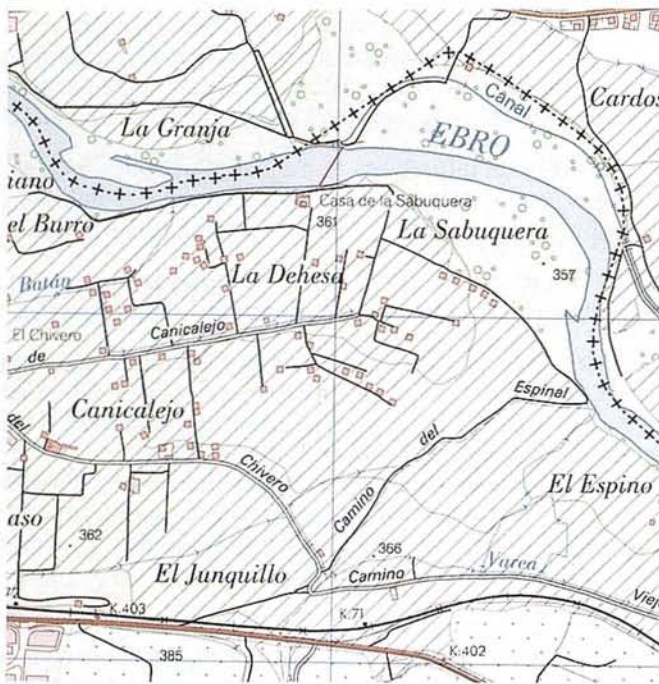
Las líneas de **cortafuegos** tienen un signo convencional que realmente son dos líneas de separación de cultivos que diferencian el bosque del terreno claro que forma el cortafuegos. Por su interior, a veces, pueden discurrir líneas eléctricas o vías de comunicación en cuyo caso en edición se resolverá el dibujo de la siguiente forma:

- Si va una línea eléctrica por el interior del cortafuegos se representan ambos detalles.

- Si por su interior discurre una pista forestal, se mantiene la pista y se suprime el cortafuegos.

Todos los recintos de usos del suelo deben llevar cajeados los trazados de planimetría tanto superficiales (aglomeraciones urbanas, edificios aislados, lagunas, etc.) como longitudinales de doble línea (ríos, canales, carreteras, caminos, etc.), en general todas las superficies que no lleven cultivo.

La línea verde de separación de cultivos, que servirá para situar las tramas y sobrecargas, no deberá aparecer en la publicación definitiva.



3. GEOGRAFÍA HUMANA

Dado que en la librería de signos convencionales vienen definidos forma y color de todos los elementos representables, aquí los estudiaremos agrupados por afinidad de uso, dividiéndolos en los siguientes grupos:

- 1) Núcleos de población y construcciones diversas.
- 2) Restos históricos.
- 3) Explotación de recursos naturales e industria.
- 4) Vías de comunicación.
- 5) Puertos y aeropuertos.
- 6) Divisiones administrativas.
- 7) Apoyos geodésicos.

3.1. Núcleos de población y construcciones diversas

Los cascos urbanos que procedentes de restitución figuran en la minuta, deben ser tratados para obtener un resultado final que nos dé un plano de población que, sin pretender ser un callejero, conserve la estructura y disposición fundamentales de los viales y manzanas de la ciudad. Para ello deberán tenerse en cuenta las siguientes indicaciones:

- Se dará prioridad absoluta al trazado de calles y plazas, considerando como manzana el espacio comprendido en-

tre calles esté o no construido. Es decir, la calle se dibujará con dos márgenes aunque esté limitada por solares.

- Los viales se dibujarán con una anchura mínima de 10 m. (0,4 mm), armonizando la anchura del resto de las vías, de forma que se mantenga, en lo posible, la proporción de dimensiones que existan en la realidad.
- En los núcleos de población en que se conozca, y especialmente en los de pequeño tamaño, se señalarán los pasos de carretera, respetando el ancho, trazado y grosor de la línea correspondiente a su categoría, abriéndose los espacios que dan acceso a las calles que parten desde la carretera hacia el resto del núcleo.
- En los núcleos o áreas urbanizadas de nueva ordenación, donde la edificación es singular o en bloques abiertos formando manzanas, deberá hacerse una cuidadosa generalización de los edificios para que la representación no quede abigarrada y al mismo tiempo, se conserve la configuración del núcleo urbano.

Las casas aisladas se representarán a escala cuando sus dimensiones lo permitan; de no ser así, se utilizará como signo convencional un cuadrado de 0,5 mm de lado, colocado en posición aproximada a la del edificio real; es decir, conservando su orientación.

Igual criterio respecto a dimensiones se seguirá con los edificios notables para los que se prevean signos convencionales específicos, omitiendo éstos si fuera posible su representación a escala. En este caso, se clasificará como edificio singular rotulando el topónimo correspondiente. Se entiende como edificio singular el que destaca por su arquitectura, valor histórico, por albergar algún museo importante, etc.

Las diferentes construcciones que deben representarse, mediante símbolo o rotulación, son las siguientes:

Cementerio. - Si no es cristiano se suprime la cruz y se rotula su confesión.

Castillo. - Si sus dimensiones exceden a las del signo convencional, se dibujará su verdadera forma y tamaño.

Edificio religioso aislado. Se distinguen tres tipos: cristiano, musulmán y el resto de las confesiones religiosas, agrupadas bajo un mismo símbolo.

Por edificio religioso debemos entender cualquier edificación dedicada al culto: iglesia, ermita, oratorio, capilla, etc. en el cristiano; mezquita, morabito, etc. en el musulmán.

Palomar. - Se simbolizará con un círculo rojo, cualquiera que sea su forma real.

Balnearios, paradores, albergues, refugios de montaña y hospitales. - No llevan signo específico, por lo que deberá rotularse siempre el genérico y, si lo tienen, el topónimo.

Cuevas habitadas. - Se representan mediante un símbolo. Si, como es habitual, están agrupadas y ocupan una extensión suficiente para ser representadas se dibujará una superficie cerrada con símbolos dispersos en su interior.

Llevan símbolo igualmente las *tapias*, *muros de contención*, *alambradas*, *cruces aisladas*, *torres vigía*, *campings*, (si

**DEPARTAMENTO
DE MINERIA**

Explotaciones a
cielo abierto

Investigación
y sondeos

Seguridad
Minera

**DEPARTAMENTO
DE CARTOGRAFIA**

Restitución
analítica

Topografía

Cartografía
Temática

**DEPARTAMENTO
DE MEDIO AMBIENTE**

Estudios de Impacto Ambiental

Restauración Paisajística

Auditorías Ambientales

Formación

C/ Hilera, Edificio Scala 2000, Portal 6, 2º E
Telf.: (95) 261 05 04 - Fax: (95) 261 04 87
29007 MALAGA

DELEGACIONES:
Sevilla y Mérida

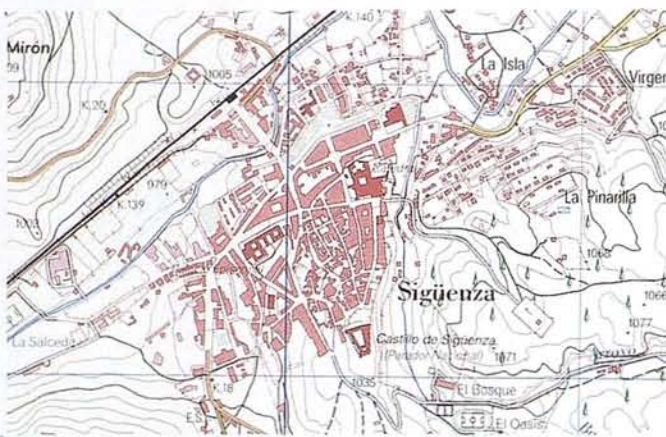
gestión minera y medioambiental s.l.

están cercados el signo irá dentro del recinto y si no lo están, se pondrá en el interior de una superficie, limitada por trazos, que ocupe, aproximadamente, el área que tenga en la realidad.

En las estaciones de esquí, los *remontes* (telesquí, telesilla, telecabina), se representarán con el mismo símbolo, sin perjuicio de que en algún caso particular puedan ir rotulados. Se representarán los *trampolines*, señalando el trazado de la pista de esquí que les da acceso.

Las *zonas recreativas* se representarán dibujando el límite, las construcciones permanentes y rotulando el genérico y el nombre si lo tienen.

Los edificios en ruinas se distinguirán dibujando su contorno a trazos y sin fondo, con excepción de las edificaciones religiosas que llevan signo específico.



3.2 Restos históricos

Se engloban dentro de este capítulo las construcciones de indudable interés histórico que se encuentren fuera de los núcleos de población. Según su extensión, podrán representarse a escala o habrá que utilizar signos convencionales complementados con una rotulación especial. Los elementos a representar son los siguientes:

Murallas.- Llevan un signo característico claramente diferenciable de tapia o muro.

Restos arqueológicos.- Se representarán a escala, debidamente rotulados, o con un símbolo especial y un rótulo que indique de qué ruinas se trata.

Monumentos.- Bajo este símbolo quedan englobadas las construcciones prehistóricas, (dólmenes, menhires, talayots, navetas, taulas, etc.), y cualquier monumento conmemorativo aislado (monumento conmemorativo de la Batalla de Arapiles, estatua del Tambor del Bruc, etc.).

Calzada romana.- Se representan mediante símbolo, pero, evidentemente, es necesario asegurarse de que es una vía romana y no de cualquier época posterior.

3.3. Explotación de recursos naturales e industriales

Se incluye además, dentro de este capítulo, la minería, producción y transporte de energía y elementos relacionados con las transmisiones. Su representación será como sigue:

Fábrica.- Si está aislada, se representa a escala o con el signo mínimo de edificio, rotulando el genérico y el producto, si se conoce. Si hay varias agrupadas, se rotulará zona o polígono industrial, prescindiendo del sustantivo y de su producción.

Silo.- Se representan a escala si sus dimensiones lo permiten, o eligiendo, según su forma, el signo más conveniente de los dos posibles.

Molino.- Simbolizado, distinguiéndose si es de agua o de viento.

Cuevas de uso industrial.- Generalmente bodegas o criaderos de champiñón, se representan mediante símbolo si están aisladas o encerrando varios símbolos en un recinto de trazos, si están agrupadas.

Cinta transportadora.- Se representará cuando su longitud sea superior a 250 m. y se trate de instalaciones industriales permanentes.

Pozos de petróleo, gas y depósitos de combustible, se señalarán en el mapa, generalizando su representación si hubiera una gran densidad, lo que no es frecuente.

Conducciones de combustible.- Se distinguen si van a nivel o subterráneas y deberán ir rotuladas (gasoducto, oleoducto), según sea el combustible que transportan.

Estaciones de bombeo de combustible.- Llevarán el signo mínimo de edificio y el rótulo correspondiente.

Central eléctrica hidráulica.- Lleva un signo con una letra (H) que se corresponde con la inicial del sistema de producción de energía.

Estación o subestación transformadora.- Se representan dibujando las edificaciones que contengan y rotulando el genérico.

Transformador.- Solo deben incluirse los de cierta importancia, con el símbolo de casa y rotulando el genérico.

Repetidor de transmisiones.- Con un mismo signo se señalarán todo tipo de antenas: radiotelegráficas, radiotelefónicas, etc.

Estación de telecomunicación.- Se pondrá el signo y las edificaciones que contenga.

Estación espacial.- Se dibujarán los edificios y se añadirá el símbolo que, como el resto de los signos asimétricos, siempre irá orientado al norte.

Canteras, minas.- Cuando tienen representación a escala, se dibujará el contorno con línea negra discontinua y se colocará el signo convencional en el centro del recinto. En caso contrario, se utilizará únicamente el signo. Si están abandonadas se rotulará esta condición.

Escombreras, acopios de materiales.- Se rotulará el genérico correspondiente, retocando las curvas de nivel de la zona afectada.

Jamileros.- Son balsas ubicadas en las afueras de un pueblo donde van a parar los alpechines de los molinos aceiteros. Se representarán a escala con una trama negra recuadrada

en azul, rotulando en color negro el genérico y el topónimo, si lo tuviese.

Líneas eléctricas. - Se representarán procurando que las flechas del símbolo marquen la dirección del transporte de la energía. Deben de figurar necesariamente todas las líneas eléctricas cuyo voltaje sea igual o superior a 110 kilovoltios, poniendo el signo de torre de conducción eléctrica en los puntos de inflexión. No se dejará ninguna línea eléctrica interrumpida sin motivo: deben partir o terminar en una central eléctrica, estación o subestación transformadora o en un transformador, si no conectan en el marco de hoja. Se rotulará su voltaje si se conoce.

3.4. Vías de comunicación

Se incluyen en este grupo carreteras, caminos, vías pecuarias, ferrocarriles y teleféricos.

Se señalarán los hitos o placas kilométricas cuando tengan un carácter estable, prescindiendo de ellos, aunque estén en el terreno, cuando se estén realizando o se prevean modificaciones del trazado de la carretera (supresión de curvas, variantes, etc.). Estos hitos se dibujarán en el mapa tangentes al símbolo de la carretera.

Las carreteras en construcción se simbolizarán a trazos con el ancho y separación de línea que corresponda a su categoría. Si están abandonadas, se prescindirá de ellas a no ser que se utilicen con otros fines (zonas de descanso, estacionamiento, etc.). Se indicarán las áreas y las estaciones de servicio, pasos elevados, subterráneos y, en general, todas las circunstancias de la carretera que sean representables mediante símbolo o dibujo real. Como criterio general, no se debe representar una vía de comunicación cuando únicamente esté en proyecto. Es necesario para situarla "en construcción" que, al menos, la traza esté explanada.

Los accesos a autopistas y autovías por carriles de aceleración y los enlaces con otras carreteras, abren la línea del trazado principal, no así los tramos abandonados que mantienen la línea cerrada. Del mismo modo, los caminos quedan interrumpidos cuando se cruzan con una carretera, es decir, no abren línea.

Carreteras. - En relación con las autopistas, autovías y Red de Carreteras del Estado, la clasificación se ajustará a la normativa del Ministerio de Fomento. Y, en el caso de las carreteras autonómicas, al Mapa de Carreteras de la Comunidad. La nomenclatura de las vías de comunicación será la que determine el Ministerio de Fomento o la Comunidad Autónoma correspondiente, dependiendo de la clasificación de la carretera.

Las carreteras de ámbito provincial o local, competencia de las Diputaciones Provinciales, Ayuntamientos o Juntas Vecinales, se representarán con el mismo símbolo que las carreteras autonómicas de tercer orden.

Caminos. - Son vías de comunicación formadas por el tránsito natural, en cuyo trazado y formación no ha habido, habitualmente, utilización de maquinaria y cuyo piso no ha sido especialmente acondicionado. Se agrupan en tres clases:

- caminos aptos para la circulación de vehículos;
- caminos que no la permiten, aunque tengan anchura suficiente, debido a su pendiente, piso degradado, etc.
- sendas en las que únicamente se puede circular a pie o en caballería.

Pistas. - Se simbolizan como pistas las vías que llevan algún tipo de firme, cualquiera que sea su tratamiento superficial (riego asfáltico, macadam, etc.). Las vías particulares de acceso a edificaciones aisladas (cortijos, casas de labor etc.) se consideran como pistas.

Vías pecuarias. - Son bienes de dominio público de las Comunidades Autónomas y en consecuencia, inalienables, imprescindibles e inembargables (artículo 2 Ley 3/1995 de 23 de marzo de Vías Pecuarias). Cuando su trazado discurre entre dos o más Comunidades Autónomas se integran en la Red Nacional de Vías Pecuarias.

- Si por el trazado de la vía pecuaria se ha construido una carretera o discurre un camino, se representará aquella mediante unas líneas intermitentes de puntos a ambos lados de la carretera o camino.
- Se pondrá especial cuidado en representar el trazado de las cañadas históricas: Cañada Real Leonesa; Cañada Real Segoviana; Cañada Real Soriana y Cañada Real Galiana.
- Las vías pecuarias se representan con su símbolo convencional, sin tener en cuenta el ancho, salvo que estén restituidas o deslindadas y amojonadas por la Comunidad Autónoma.

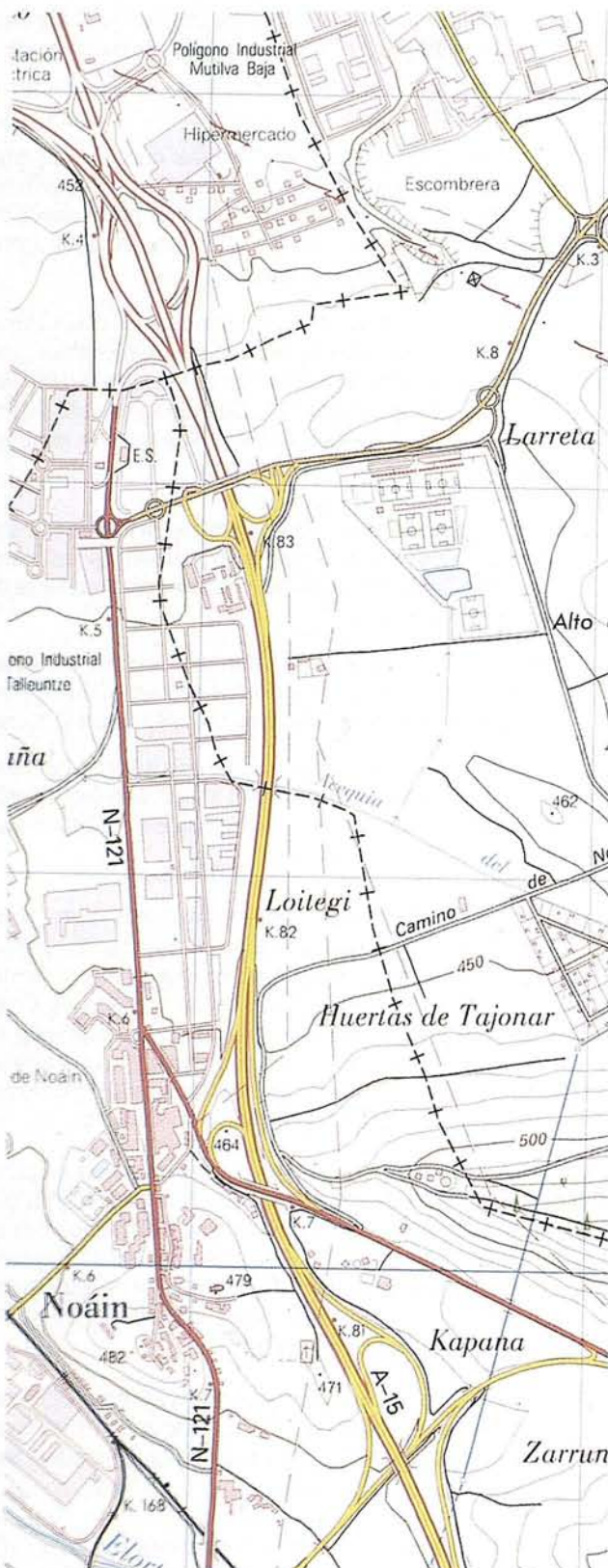
Senderos de Gran Recorrido. - Estos itinerarios de carácter excursionista, se apoyan en elementos geográficos restituidos, carreteras, caminos, vías pecuarias, senderos, etc. Si se conoce la existencia de un sendero de Gran Recorrido se representará con su símbolo, rotulando su matrícula o denominación numérica sobre su trazado, repitiéndola las veces necesarias para conocer perfectamente todo su recorrido, por ejemplo: GR-10.

Senderos de Pequeño Recorrido. - Se representarán únicamente cuando se disponga de documentación métrica que permita situarlos en todo su recorrido, utilizando su símbolo. La denominación numérica del Sendero de Pequeño Recorrido se rotulará sobre su trazado, repitiéndola las veces necesarias que permitan un conocimiento exacto de todo su recorrido, por ejemplo PR-5.

Ferrocarriles. - Se representará correctamente su trazado geométrico cuidando especialmente las tangencias. Su estado se distinguirá mediante símbolo: si están en servicio, en construcción, abandonados o desmantelados.

Por sus características se atenderá al ancho de vía: normal (1,67 m), internacional (1,45 m) y estrecha (de ancho variable, oscilando alrededor de 1 m).

Se indicará si son de vía doble o única y si son electrificados o no.



Mediante signos especiales se representarán los ferrocarriles de cremallera y funiculares, los ferrocarriles metropolitanos (únicamente cuando su trazado sea en superficie), tranvías (si su recorrido está fuera de la zona urbana),

ferrocarriles industriales, mineros, portuarios, etc., aeropuertos y teleféricos.

Deberán localizarse los elementos aislados relacionados con las vías de comunicación y las obras de cruce y paso, representándolos de acuerdo con la simbolización vigente y, si no existe símbolo, rotulando el genérico correspondiente.

En el borde de la hoja se rotulará la salida del ferrocarril, señalando la distancia a la estación o apeadero más próximos, redondeada en Hm, rotulando el genérico y su topónimo, ejemplos: Apeadero de Los Peñascales, Estación de Torrelodones, Estación de Madrid-Chamartín.

3.5. Puertos y aeropuertos

Puertos. - Las dimensiones de las instalaciones portuarias permiten la representación a esta escala de la mayor parte de sus elementos integrantes. Deberán representarse las vías férreas de servicio hasta los muelles de carga, almacenes; diques; rompeolas; balizas; faros y demás detalles característicos. En los puertos militares se registrará la máxima información permitida por la autoridad militar. Esta observación ha de entenderse como extensiva a todos los casos en que se ejerce la censura militar.

Aeropuertos. - Al igual que los puertos, los campos de aviación en sus distintas categorías (aeropuertos, aeródromos, aeroclubs, campos de vuelo sin motor, helipuertos, etc.) son representables a esta escala, con sus principales instalaciones (pistas de vuelo y rodadura, torre de control, hangares, estación terminal), si bien las pistas deberán diferenciarse si son de hormigón o tierra mediante color rojo o negro respectivamente. Las balizas y en algunos casos los helipuertos, precisan de signos convencionales.

3.6. Divisiones administrativas

Figurarán en el MTN25 las líneas límite de nación, comunidad, provincia y municipio con el símbolo adecuado para cada una de ellas. Existe además el signo de línea límite pendiente de acuerdo, que se utilizará cuando la línea límite no esté definida mediante el levantamiento correspondiente.

Dada la gran importancia que tiene el trazado correcto de las líneas administrativas, deberá procederse con la máxima rigurosidad en su colocación, cuidando especialmente de respetar el paso de estas líneas por los puntos de cota, vértices, arroyos, etc., si viniesen incluidos en su definición.

En las líneas límite nacionales, se situarán todos los hitos fronterizos con su número si se conoce y en las restantes líneas, se representarán los mojones de tres términos y, si fuera posible, los que estén situados en puntos de inflexión de la línea.

Gran capacidad interna Gran capacidad en su entorno **PHODIS®** de Carl Zeiss



Carl Zeiss ofrece con el sistema fotogramétrico digital **PHODIS®** una solución completa para la fotogrametría digital.

Usted puede digitalizar los fotogramas con ayuda del scanner **SCAI** de precisión Zeiss, sin necesidad de cortar la película. **PHODIS® AT** sirve para la medición automática de la aerotriangulación. La evaluación tridimensional se efectúa mediante el estereorrestituidor digital **PHODIS® ST**. El software **TopoSURF** apoya la obtención de modelos altimétricos digitales. Mediante **PHODIS® OP**, usted puede confeccionar y producir ortofotos digitales con un Rasterplotter.

PHODIS® está integrado en la plataforma de los ordenadores Silicon Graphics, lo cual garantiza un flujo de datos óptimo, condiciones de trabajo uniformes y la cómoda llamada de todos los módulos de **PHODIS®**.

Con este sistema entregado por un solo proveedor, usted tendrá la garantía de un futuro seguro.

A nosotros nos gustaría mucho hablar con usted sobre **PHODIS®**. ¿Está usted interesado? En caso afirmativo, diríjase por favor a:



Carl Zeiss S.A.
Sociedad Unipersonal
Avda. de Burgos, 87
28050 Madrid
Teléfono 91/767 00 11
Telefax 91/767 04 12

Carl Zeiss – Cooperación a largo plazo

En las aduanas, además del nombre correspondiente, se situará el signo convencional.

Los límites de los parques nacionales o naturales se indicarán con su símbolo y con la fiabilidad que permita la información de que se disponga. En función de los bienes y valores a proteger, los espacios naturales protegidos se clasifican en las siguientes categorías:

Parques: Son áreas naturales cuya conservación merece una atención preferente. Se clasifican en:

- Parques Nacionales, declarados por el Estado.
- Parques Naturales y Regionales, declarados por las Comunidades Autónomas.

Reservas: Son espacios naturales, cuya creación tiene como finalidad la protección de ecosistemas, comunidades o elementos biológicos que merecen una valoración especial.

Monumentos Naturales: Son espacios o elementos de la naturaleza constituidos básicamente por formaciones de notoria singularidad, rareza o belleza que merecen ser objeto de una protección especial.

Paisajes Protegidos: Son aquellos lugares concretos del medio natural que, por sus valores estéticos y culturales, sean merecedores de una protección especial.

3.7. Apoyos geodésicos

Los vértices geodésicos se indicarán por el signo correspondiente a su orden (RPO o ROI), rotulándose el nombre y la cota sin decimales y, en las superiores a mil metros, sin el punto de separación de los millares. Ocurre con alguna frecuencia que la cota del vértice, en función de la altura de su base, es superior a la de la curva más alta que le envuelve, no obstante, se mantendrá la cota real por no disponer de cota al suelo.

4. TOPONIMIA Y ROTULACIÓN

La recopilación de nombres sobre el terreno ofrece distintos problemas según sea la escala del mapa sobre el que se va a trabajar. En general, los mapas de pequeñas escalas reflejan únicamente la 'toponimia mayor', en razón de la gran extensión de territorio que representan. Esta macrotoponimia: núcleos urbanos, grandes accidentes orográficos, ríos, comarcas, etc., es suficientemente conocida y no hace necesario, habitualmente, el trabajo de campo, pero sí un tratamiento en gabinete para su selección, clasificación y ubicación adecuados al mapa en formación. Por otra parte, la denominación correcta de los lugares habitados no es responsabilidad del autor del mapa; se establece mediante decretos u otras disposiciones oficiales. El cartógrafo no tiene la obligación ni el derecho de alterarlos, aún cuando su grafía se considere incorrecta o esté basada en una errónea interpretación popular. Su alteración o corrección compete a la administración política. El redactor del mapa tomará estos nombres del nomenclátor, registro oficial de municipios del Ministerio de las Administraciones Públicas o Boletines oficiales de las

Comunidades Autónomas. El resto de los nombres de las distintas unidades geográficas, puede ser modificado si una razonable investigación así lo aconseja.

El problema es distinto en los mapas de escalas grandes o medias. Entendemos por 'toponimia menor' la recogida de los propios naturales de la zona, asociada a la cartografía de escalas grandes. El mapa de escalas medias, como el MTN25, recoge una parte considerable de esta última, y en la mayoría de los casos se hace imprescindible la consulta sobre el terreno.

La recogida de toponimia en campo presenta dos aspectos principales ligados directamente entre sí: la fidelidad del nombre, desbrozado de malas pronunciaciones o incorrecta escritura, y su exacta localización. La consecución de estos dos objetivos es la tarea con que debe enfrentarse el operador al salir al campo, recabando para su buen fin las ayudas de cualquier índole que considere necesarias.

A tal efecto, se recomienda contemplar las directrices siguientes en el tratamiento de la toponimia del MTN25:

Trabajo de campo

La misión del personal de campo es recopilar los nombres con la máxima fidelidad posible y si su grafía o significado no están claros, transcribir su expresión fonética. En estos casos, marcará el topónimo en cuestión y aportará todos los datos posibles a fin de facilitar la labor posterior de los especialistas que, finalmente, dictaminarán su forma idónea.

La recopilación de toponimia debe ser tan amplia como sea posible, con objeto de recuperar los nombres que existen en el campo y que por desaparición de las fuentes de información, están a punto de perderse. El trabajo de campo será precedido de una preparación minuciosa de la toponimia 'conocida'. A tal efecto, toda la toponimia recogida para la formación de nuestro mapa 1:50.000, deberá figurar en el MTN25, corrigiendo su grafía o situación en los casos en que sea incorrecta.

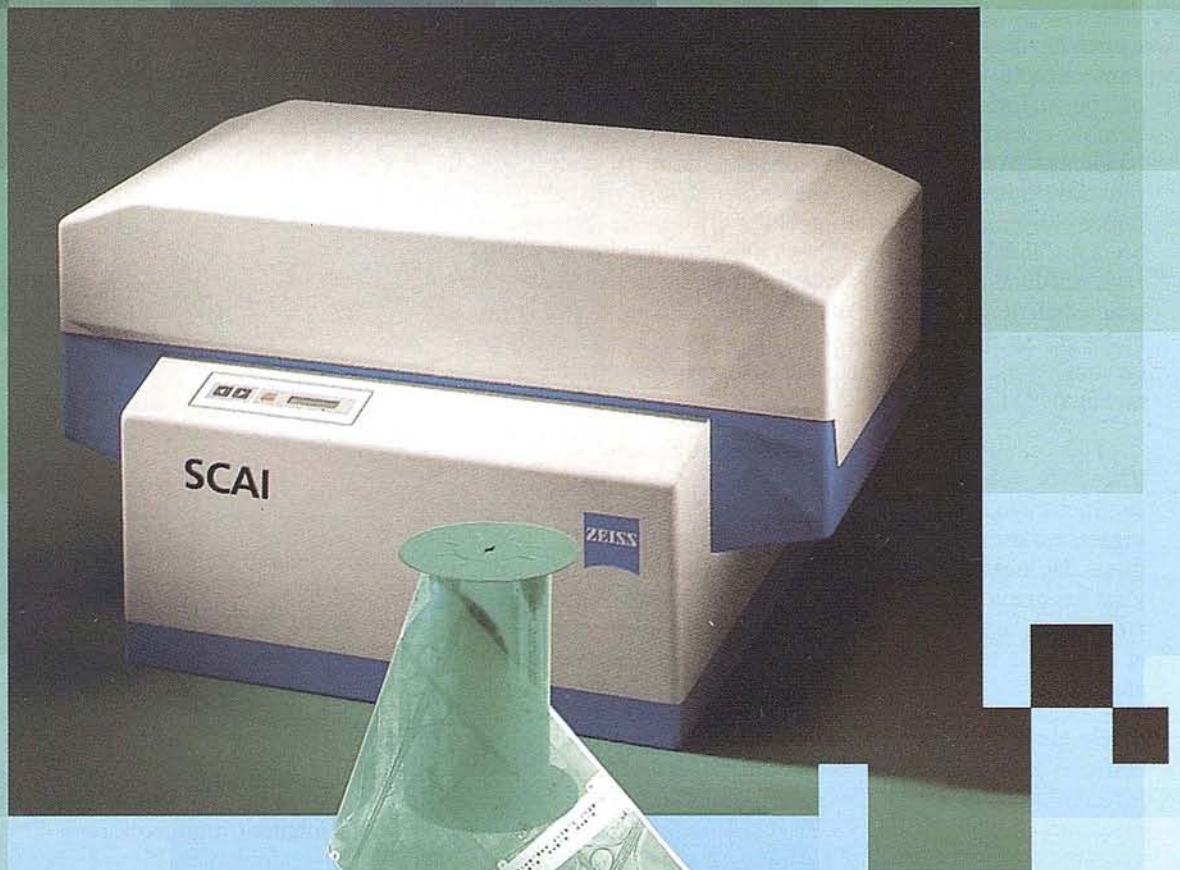
Si la densidad de toponimia resultante fuera excesiva para esta escala, se seleccionarán los nombres más importantes en la fase de gabinete, conservando el resto para su posible utilización posterior en otras escalas mayores.

Los accidentes geográficos importantes y edificaciones destacadas deberán llevar su nombre correspondiente. Debe entenderse por accidentes importantes, no solamente sierras, ríos, picos, collados, etc., sino cualquier forma u ocupación del terreno, por pequeña que sea, que difiera del entorno que la rodea, por ejemplo: un altozano o una cárcava en una llanura, un pequeño grupo de árboles en un descampado, etc.

Todos los detalles puntuales: vados, fuentes, manantiales, cabos, puntas, y, en general, las construcciones humanas: edificaciones no destinadas a vivienda, antenas, faros, etc., deben quedar perfectamente identificados.

Deberán evitarse los topónimos que correspondan a nombres comerciales de propiedad particular o casas cuyo nombre sea el de su propietario. En el caso de las urbanizaciones, si

Sin recortar. Sin apilar. Digitalizar automáticamente 600 fotografías aéreas Con el SCAI de Carl Zeiss.



¿Cuál es su tiempo de trabajo para digitalizar y archivar centenares de fotogramas?
¿Quedaría cansado al realizar esta operación?.

Con el scanner de precisión Zeiss SCAI queda intacto el rollo de película. Los fotogramas no se cortan. Solo hay que colocar la película y digitalizarla automáticamente. En breve intervalo de tiempo dispondrá del «original digital» dentro de su ordenador Silicon Graphics. Al archivo se manda solamente el rollo de película.

SCAI tiene una alta productividad: Los tres canales cromáticos se registran con óptima calidad

durante una sola pasada. Es posible ejecutar el trabajo automáticamente, en forma de proceso por lotes, con selección de imágenes. Y todo esto se produce con alta velocidad de exploración.

Se sobreentiende que SCAI está integrado en el sistema fotogramétrico digital PHODIS®.

A nosotros nos gustaría mucho hablar con usted sobre SCAI y PHODIS®. ¿Está usted interesado? En caso afirmativo, dirijase por favor a:



Carl Zeiss
150
Años
de innovación en óptic

Carl Zeiss S.A.
Sociedad Unipersonal
Avda. de Burgos, 87
«Edificio Porsche»
28050 Madrid
Teléfono 91/767 00 11
Telefax 91/767 04 12

**Carl Zeiss -
Cooperación
a largo plazo**

se dispone de información, se rotularán solamente las autorizadas legalmente.

Se investigará cuales son los ríos o arroyos principales y cuales los afluentes, para clasificarlos adecuadamente y, en consecuencia, asignarles en la publicación el tamaño de letra que por su importancia les corresponda. Los parajes llevarán el nombre aproximadamente en el centro de la extensión que ocupen. Debe evitarse la repetición del nombre del paraje para fijar sus límites. Igualmente debe procurarse al repetir topónimos con genéricos diferentes, elegir el que haya dado nombre a los demás. Esa repetición es muy frecuente en algunas regiones donde casa, arroyo, paraje, pozo, etc., de una misma propiedad, tienen la misma denominación. En hidrografía, sin embargo, se repetirá el nombre de arroyos, acequias, etc., cuantas veces sea necesario, a fin de que se reconozca claramente todo su curso.

Todo camino o senda con nombre propio debe ser identificado y debidamente rotulado. Solo se exceptuarán los caminos cuyo nombre sea el de los lugares que une, si ambos lugares están comprendidos y rotulados dentro del campo del mapa. No obstante, se ignorará esta excepción cuando a la vista del mapa no resulte evidente el destino del camino (por ejemplo: "Camino del Pinar" deberá rotularse aún cuando en el mapa esté representado el pinar, si es conocido así en la zona).

En el interior de los cascos de población, se rotularán los edificios artística, histórica o administrativamente importantes y en poblaciones grandes, a partir de 4 Km² de extensión, figurarán los nombres de los barrios o distritos, procurando que su densidad no reste claridad a la representación.

En las zonas de lenguas distintas del castellano, se recogerá la toponimia en el idioma del lugar, evitando cuidadosamente la traducción de ningún nombre. En las zonas de transición de una a otra lengua, los topónimos figurarán tal y como se conozcan en la zona. Se exceptúa el nombre de los municipios que deben llevar siempre el nombre oficial.

Trabajo de gabinete

Todos los nombres se escribirán con su grafía correcta, sin tener en cuenta las peculiaridades de pronunciación de la zona ni las deformaciones dialectales. Debe evitarse la vulgarización del mapa con terminaciones defectuosas y con impresión de palabras deformadas por el mal uso.

En el documento de toponimia figurarán también los genéricos de los elementos que, por no tener signo convencional o porque debido a su tamaño puedan ser representados en su forma y dimensiones reales, deban aparecer en la publicación.

La densidad de toponimia debe fijarla el autor de la minuta, como directriz puede cifrarse en unos dos parajes por km², además de los topónimos de las restantes clases que pudiera haber en ese espacio.

Rotulación.- La rotulación de una hoja de mapa puede dividirse en dos campos claramente diferenciados: mapa propiamente dicho y exteriores.

Dentro del campo del mapa se incluyen la información toponímica y las cotas y por su colocación se distinguen dos grupos: rótulos paralelos a la base del marco y rótulos que siguen longitudinalmente el detalle al que dan nombre.

Los rótulos que irán siempre paralelos a la base del marco son:

Núcleos de población, edificaciones, todos los detalles puntuales, tanto del color negro como del azul, comarcas, parajes (con alguna excepción), lagos, lagunas, islas grandes, generalmente embalses, picos, collados, cotas de altitud, etc.

Los parajes se refieren a superficies que no tienen límites gráficamente identificables, por lo que su colocación debe estar referida al centro del área al que dan nombre, por tanto, es imprescindible que en la minuta estén perfectamente colocados. Se rotularán paralelos a la base del marco, con algunas excepciones: en las lomas, algunas orillas de ríos, umbrías, solanas, pasos estrechos, etc., el rótulo podrá colocarse siguiendo la dirección del detalle.

Rótulos que siguen longitudinalmente el detalle al que dan nombre.-

Fundamentalmente son los siguientes:

Accidentes orográficos.

Nomenclatura de carreteras.

Caminos, sendas y vías pecuarias.

Cursos de agua naturales o artificiales.

Cuando la dirección del accidente sea Norte-Sur, se colocará el rótulo con la base de las letras hacia el centro de la hoja, de tal manera que los de la mitad W. se situarán de sur a norte y los de la mitad E. de norte a sur.

Los términos municipales irán numerados con los tres últimos dígitos de su código geográfico. Se ordenarán por su número, en orden creciente, aunque pertenezcan a provincias distintas y se pondrán en una sola columna a no ser que excedan de ocho, en cuyo caso se rotularán en dos. Solamente se rotulará el nombre de la provincia, sin código geográfico, si dos o más de ellos llevan el mismo número. En ese caso se ordenarán independientemente en cada provincia.

Las hojas que contengan territorios con idioma distinto del castellano, llevarán en el margen inferior izquierdo, un vocabulario, privativo para cada hoja, que no deberá contener más de treinta palabras con sus correspondientes traducciones.

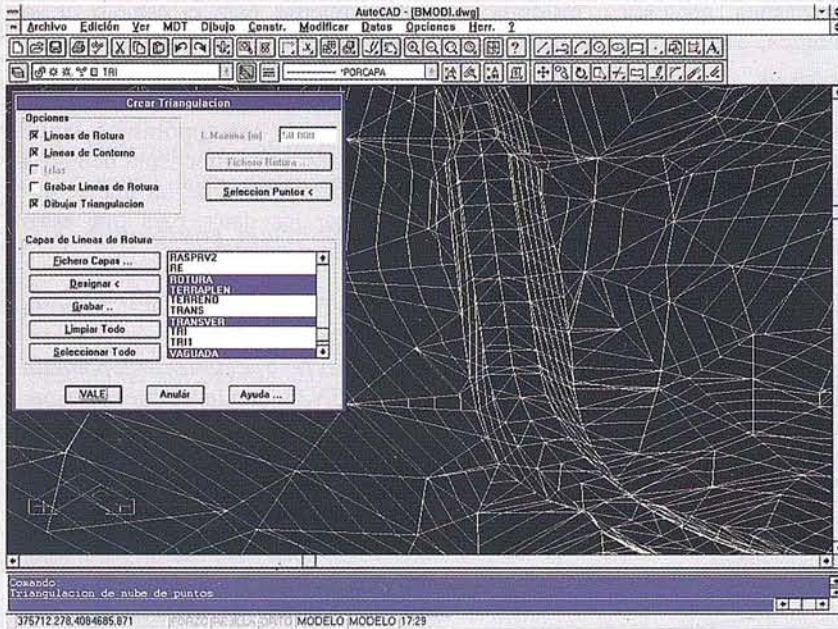
Debe reducirse el uso de abreviaturas a los casos que sean absolutamente inevitables.

TCP – Modelo Digital del Terreno

Soluciones para Topografía, Ingeniería Civil y Construcción en AutoCAD

El programa ideal para profesionales de la Topografía, empresas constructoras, estudios de ingeniería, canteras, minas, etc.

Excelente servicio post-venta, con asistencia técnica por teléfono, fax o correo electrónico. Adaptaciones y conversiones a medida.



- Aplicaciones para libretas electrónicas PSION y NEWTON, implementadas para las principales marcas de aparatos topográficos del mercado.

- Cálculo de puntos procedentes de recolectoras de datos o ficheros ASCII. Compensación de poligonales, intersecciones inversas, etc.

- Dibujo automático de planimetría a partir de BD de códigos.

- Triangulación automática o considerando líneas de rotura. Edición interactiva. Contornos e islas.

- Generación de curvas de nivel. Suavizado automático. Rotulación de cotas. Utilidades de elevación de curvas.

- Definición de ejes a partir de polilíneas y alineaciones (rectas y curvas con o sin clotoide) por diferentes métodos.

- Obtención de perfiles a partir de modelo o cartografía digitalizada.

- Diseño de rasantes de forma gráfica y/o numérica. Acuerdos verticales.

- Definición librerías de plataformas, cunetas, taludes, firmes y peraltes.

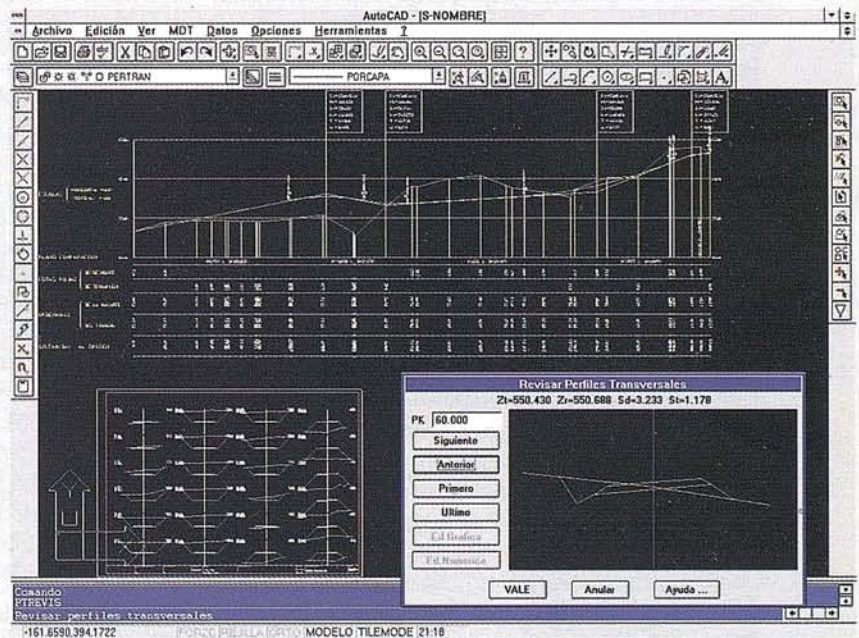
- Dibujo de perfiles configurable con bloques con atributos. Distribución automática en hojas.

- Cálculo y replanteo de puntos en planta. Control de obras.

- Cálculo de volúmenes por mallas, modelos o perfiles transversales.

- Creación de vistas 3-D. Conexión con programas de fotorrealismo.

- Opciones especiales para canteras, balsas, líneas eléctricas, etc.



TCP Informática y Topografía
C/ Sumatra, 11 E-29190 MÁLAGA
Tlf: (95) 2439771 Fax: (95) 2431371
Internet: tcp_it@agp.servicom.es
Compuserve: 100517, 3213

Autodesk
RAD-Desarrollador Registrado

P.V.P.
135.000
a 250.000 ptas.

LA TOPONIMIA EN EL MTN25

Adela Alcázar González.
Técnico Superior
Margarita Azcárate Luxán.
Técnico Superior
Gabinete de Toponimia.
Instituto Geográfico Nacional

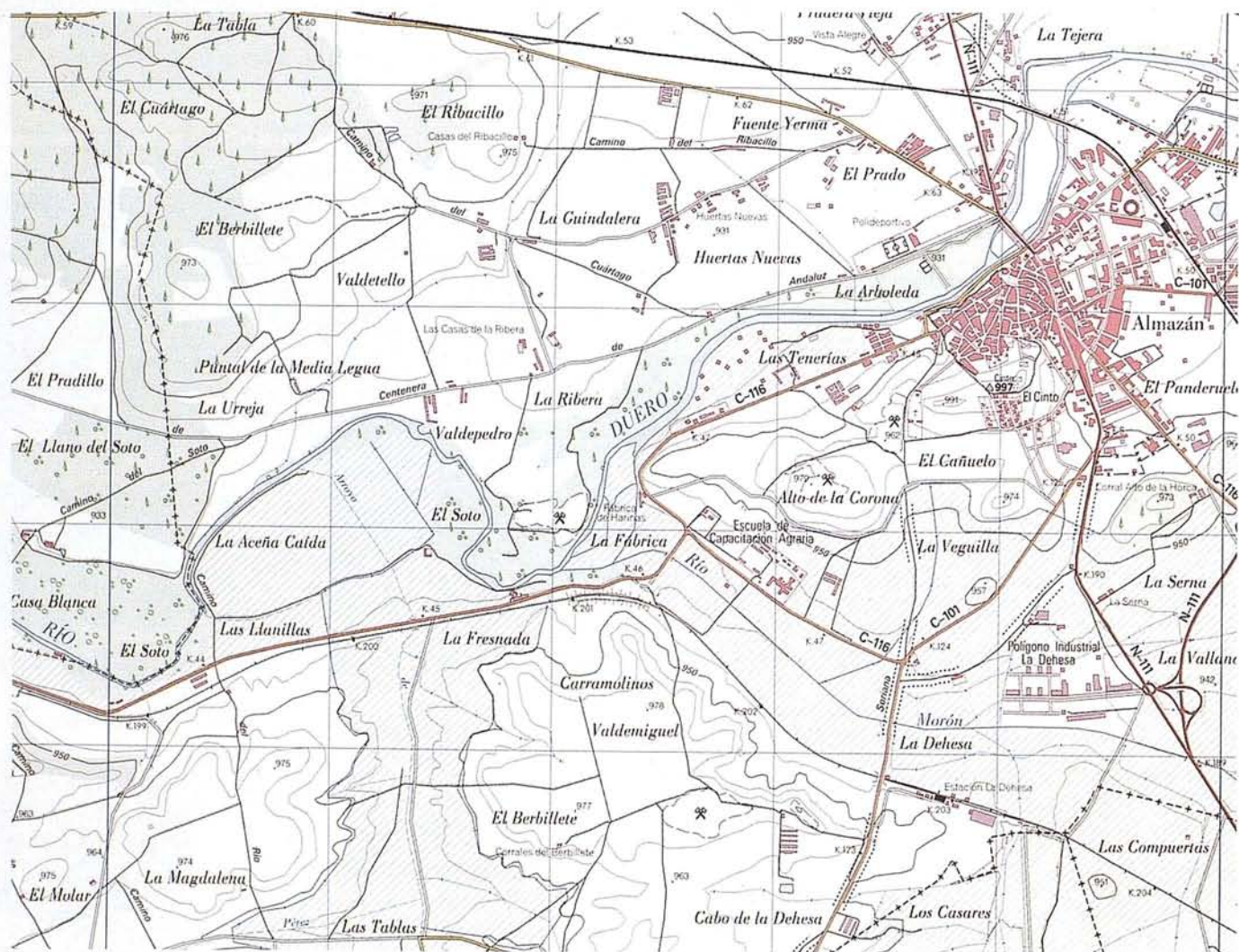
ción: lingüística, geográfica, histórica, arqueológica, sociológica, ecológica, etc.

Desde un punto de vista cartográfico, la toponimia constituye unos de los elementos más importantes de un mapa. Su rotulación, además de permitir la identificación de los elementos geográficos que en él aparecen, aporta una información directa sobre los elementos cartografiados, como su extensión mediante la colocación de los rótulos, su naturaleza mediante el color o tipo de letra y su importancia mediante su tamaño. Por todo esto, su correcta recogida y rotulación en un mapa son temas de máxima importancia. Además, su informatización permite una rápida puesta al día y abre

infinitas puertas para el estudio de la toponimia. Pero, frente a los avances tecnológicos que permiten la rápida representación cartográfica del terreno, la recogida de los topónimos sigue constituyendo una labor lenta debido a las diferentes fuentes de las que se deben obtener los datos para que estos sean fiables y correctos.

Con el fin de normalizar la correcta escritura de los topónimos, se han elaborado unas *Instrucciones de toponimia para el MTN25*, donde también se especifica el tipo de letra correspondiente a los diferentes elementos geográficos que pueden aparecer en el mapa. En total hay 73 claves o categorías, clasificadas en los siguientes grupos:

La importancia de la toponimia es un hecho innegable. A través de los nombres de lugar se pueden conocer las peculiaridades vitales de un determinado territorio, como su lengua, su paisaje o su cultura. Por esta razón, los topónimos pueden servir de base para diferentes áreas de investiga-



- **Poblaciones y construcciones:** entidades de población, edificios aislados, construcciones y vías de comunicación.
- **Orografía:** sierras, picos, puertos de montaña, comarcas, espacios naturales protegidos, parajes.
- **Hidrografía continental:** ríos, fuentes, lagos, embalses y canales.
- **Hidrografía marítima y costa:** mares, estrechos, entrantes costeros, puertos, cabos, playas e islas.

Antes de detallar los elementos que pueden ser cartografiados, en las *Instrucciones* se establece una serie de criterios básicos que se deben tener en cuenta tanto en la recogida como en la rotulación de los topónimos. Como punto de partida, se exponen unas normas ortográficas convencionales, necesarias para homogeneizar su escritura: uso del artículo, preposiciones, contracciones, mayúsculas y minúsculas, guión, barra, paréntesis, abreviaturas, etc.

Según hemos mencionado, es esencial el conocimiento de las fuentes de información adecuadas, por esta razón las *Instrucciones* hacen especial hincapié en este tema. Previamente, es importante establecer la diferencia entre la toponimia que podríamos denominar oficial, es decir, la emitida por organismos oficiales (entidades de población, carreteras, embalses, aeropuertos, puertos, vértices geodésicos, etc.) y la toponimia generalmente no normalizada (sierras, parajes, ríos, etc.). En el primer caso hay que atenerse estrictamente a las denominaciones otorgadas por los respectivos organismos: Ayuntamientos, para las entidades singulares u otras unidades de población; Ministerio para las Administraciones Públicas (*Registro de Entidades Locales*) para los municipios y sus capitales, ya que todas las Comunidades Autónomas tienen la obligación de registrar oficialmente cualquier modificación en la denominación de sus municipios; Instituto Nacional de Estadística (*Nomencladores de Entidades de Población*) para conocer el número de habitantes de los diferentes núcleos de población; Ministerio de Fomento (direcciones generales y otros organismos competentes en aeropuertos,

CLAVE	MENÚ	DESIGNACIÓN	RÓTULO	FUENTE LV CO WT LC	TX
RIOS RÍAS Y ARROYOS					
43	1ª	Ríos de 1º orden y rías principales	<i>RÍO EBRO</i>	25 Mayúsculas 4 121 03 0	72
44	2ª Lag. grandes	Ríos de 2º orden, rías medianas y lagunas > 100 ha	<i>Río Jarama</i>	25 Minúsculas 4 121 02 0	72
45	3ª	Ríos de 3º orden y ríos menores	<i>Río Negro</i>	25 Minúsculas 4 121 01 0	65
46	4ª Lag. medianas	Ríos o arroyos de 4º orden y lagunas de 10 a 100 ha	<i>Río Ponga</i>	25 Minúsculas 4 121 00 0	58
47	5ª	Ríos o arroyos de 5º orden	<i>Arroyo del Boquerón</i>	25 Minúsculas 4 181 01 0	50
48	6ª Lag. pequeñas y fuentes	Ríos o arroyos de 6º orden lagunas pequeñas < 10 ha, charcas, fuentes, manantiales, pozos	<i>Arroyo Claro Fuente del Bernal</i>	25 Minúsculas 4 181 00 0	45
49	Hidróónimo puntual	Hidrónimos puntuales: cascadas, rápidos, pozas, vados, cuevas marítimas, etc.	<i>Cala de Cabalo</i>	5 Minúsculas 4 081 00 0	36

Extracto del Catálogo de rotulación para el MTN25.

puertos, carreteras, embalses, etc.); Comunidades Autónomas (consejerías con competencias en entidades locales, patrimonio, espacios naturales protegidos, carreteras, cañadas, comisiones de toponimia), etc.

Con respecto a los nombres que podemos considerar oficiales, el Gabinete de Toponimia de la Subdirección General de Producción Cartográfica procura la actualización de los datos, muchos ya incluidos en bases de datos, mediante la relación periódica con los diferentes organismos mencionados. Es de suma importancia la correcta rotulación de todos estos elementos geográficos ya que la toponimia del MTN25 debe servir de base para toda la cartografía editada por el Instituto Geográfico Nacional.

En cuanto a la toponimia no normalizada, es fundamental su recogida en campo y la utilización de la apropiada documentación cartográfica y bibliográfica. El primer criterio que hay que observar es el respeto hacia las diferentes lenguas, dialectos y hablas locales, ya que los nombres de lugar son un reflejo de la riqueza lingüística de España, no limitada a las lenguas reconocidas oficialmente. Esta ri-

queza trae consigo indudables problemas, como la rotulación de los topónimos que se encuentran entre dos Comunidades Autónomas lingüísticamente diferentes. Con respecto a esta cuestión, se pueden contemplar dos casos: elementos geográficos de gran extensión y elementos puntuales. Los accidentes geográficos de gran extensión se rotularán en su forma castellana, como por ejemplo el *Mar Mediterráneo*. Excepcionalmente, los ríos principales que cambien su denominación a su paso por áreas lingüísticas distintas, se rotularán en la lengua del lugar con el nombre castellano entre paréntesis. Así, por ejemplo, podrá rotularse *Río Júcar* en el área castellana o *Riu Xúquer (Río Júcar)* en el área bilingüe valenciano-castellana. Por otro lado, los topónimos que designen un elemento puntual, como un pico o un collado, podrán rotularse en ambas lenguas, procurando que cada uno de los rótulos aparezca en su respectiva área lingüística

Dentro de este respeto hacia las formas recogidas, se puede también destacar, como norma básica del MTN25, que los genéricos vayan en la misma lengua o dialecto que el nombre al que acompañan y junto al cual forman el topónimo, salvo

que las formas híbridas sean las que realmente se utilicen, como a veces ocurre en las franjas de transición lingüística. A través de los genéricos podemos observar la gran cantidad de términos que se utilizan en las diferentes áreas lingüísticas para un mismo elemento. Así, por ejemplo, dentro del área lingüística cuya única lengua oficial es el español o castellano, encontramos un gran número de vocablos para designar un cobertizo donde se protege el ganado, como *tenada, bohío, corral, corte, paridera, zahúrda, bostal, porche, cija, chivitero, querencia*, etc.

Por otra parte, en las hojas del MTN25 correspondientes a Comunidades Autónomas bilingües, se incorpora un vocabulario con los genéricos más usuales que no pertenezcan a la lengua castellana, para facilitar la lectura del mapa a los usuarios de otras comunidades.

Lógicamente, este respeto por las formas recogidas se extiende a las variantes de un nombre que pueden aparecer en una misma hoja, como las diferentes denominaciones para una misma planta (*aliaga, aulaga, abulaga...*). Hay que evitar la unificación sistemática y las correcciones dudosas, pues una mala interpretación de un topónimo puede dar lugar a la pérdida de su verdadero origen y significado.

Con respecto a los tipos de letra utilizados, la rotulación de la toponimia del MTN25 se ha modificado como consecuencia de la aplicación de los sistemas informáticos. En la selección de los tipos de letra se ha tratado de conjugar la tradición del MTN25, en cuanto a la diferenciación de elementos geográficos, con los estudios sobre percepción visual en la rotulación cartográfica. La utilización de las variables visuales permiten aportar al mapa una información mucho más amplia que la simple identificación de los elementos. La orientación, posición, color, forma, grosor y tamaño de los rótulos nos permiten: asociar diferentes elementos, diferenciar un grupo determinado de objetos y ordenar una serie de elementos. Veamos a continuación la aplicación de estos criterios cartográficos en la rotulación de la toponimia del MTN25.

La orientación de las letras permiten una diferenciación fundamental, al utilizar la letra vertical para elementos de

geografía humana y la cursiva para elementos de geografía física. Por esta razón, para el grupo de poblaciones y construcciones se emplea un tipo de letra vertical (la única excepción son las llamadas advocaciones de las parroquias -nombre del santo que las tutela- que van en cursiva y entre paréntesis bajo el nombre de la parroquia, y los monumentos en interior de poblaciones); para el grupo de orografía se utilizan tipos de letra en cursiva (excepto los puertos de carretera que pueden considerarse elementos de geografía humana); y en el grupo de hidrografía se rotularán con letras verticales los elementos construidos por el hombre (embalses, canales, puertos...) y en cursiva los elementos naturales (ríos, lagunas, mares...).

Es necesario señalar y delimitar con la mayor exactitud posible un elemento geográfico, para lo que se han establecido unas normas básicas. Veamos un ejemplo, en la rotulación de las sierras el criterio es situar el rótulo lo más cerca posible de su eje central o línea de cumbres principales, evitando su repetición en las ramificaciones y estribaciones. Así, el rótulo de *Sierra de Gredos* se reservará para el eje central y no se repetirá este nombre en la *Sierra de Ávila*. Por otro lado, cuando se trate de un detalle puntual el rótulo se colocará siempre lo más cerca posible del elemento, de manera que su identificación sea clara.

Con respecto al color, de todos los colores utilizados en el MTN25, únicamente se usan dos en la rotulación de la toponimia: el azul para los elementos relativos al agua de los grupos de hidrografía y el negro para todo lo demás, por las ventajas que ofrece este color para su lectura.

Se ha intentado asociar los elementos geográficos de un determinado grupo mediante la utilización de una misma fuente o tipo de letra para cada uno de ellos. Así, hay fuentes diferentes para capitales de municipios, ríos, sierras, etc. En la selección de las diferentes fuentes se ha tenido en cuenta su grosor, utilizando los tipos de letra de un mayor grosor para los elementos geográficos de mayor relevancia. Como ejemplo, podemos observar que los ayuntamientos

tienen una fuente con un mayor grosor que las entidades singulares.

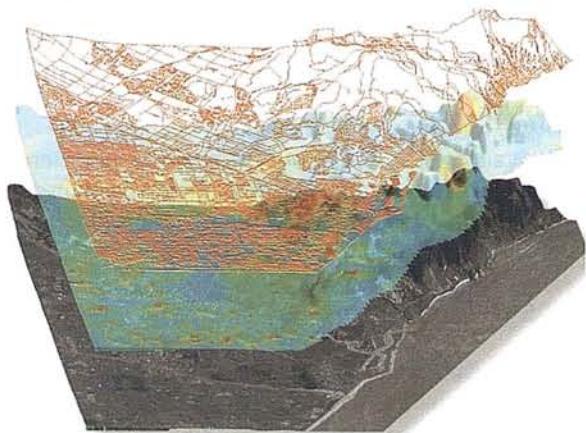
Por otro lado, dentro de las diferentes fuentes se ha realizado una selección de tamaños (cuerpos), en función de la importancia o extensión del elemento cartografiado. Esta ordenación normalmente se basa en un dato cuantitativo, como puede ser la población (ayuntamientos, entidades singulares) o la superficie (embalses, islas...) o la longitud (ríos). Así por ejemplo, para los embalses se contempla la utilización de varios tamaños según las hectáreas que mida su superficie. Además, también se contempla el uso de mayúsculas o minúsculas dentro de una misma fuente, para resaltar la importancia de determinados elementos geográficos. Podemos citar el caso de los ríos que se agrupan en seis claves en función de su longitud, reservándose las mayúsculas exclusivamente para los ríos principales. Pero la jerarquización también puede basarse en datos más complejos cuando se trate de elementos geográficos con datos difícilmente cuantificables. En este sentido, la clasificación de las sierras, aun partiendo de unas nociones básicas como la extensión, la altitud y la importancia a nivel peninsular, siempre entraña una mayor dificultad.

Para finalizar, queremos destacar que la correcta rotulación de la toponimia requiere una constante labor de investigación y documentación, tanto bibliográfica como cartográfica, así como la coordinación con los diferentes organismos competentes en la denominación de determinados elementos geográficos. Esta colaboración constituye, además, una premisa básica para conseguir la normalización de los nombres de lugar en España, recomendada en la cuarta conferencia sobre toponimia de las Naciones Unidas (1982). La estandarización de las formas escritas de los topónimos permitirá un ahorro de tiempo y esfuerzo a la hora de determinar el uso correcto de los topónimos en mapas y otras publicaciones, tanto públicas como privadas. Por otro lado, no hay que olvidar que la importancia de la toponimia del MTN25 es cada vez mayor, ya que gracias a su informatización será posible la creación de una base de datos que constituirá una fuente de incalculable valor para múltiples aplicaciones.

ER Mapper 5.5

¿Qué puede hacer por Vd.?

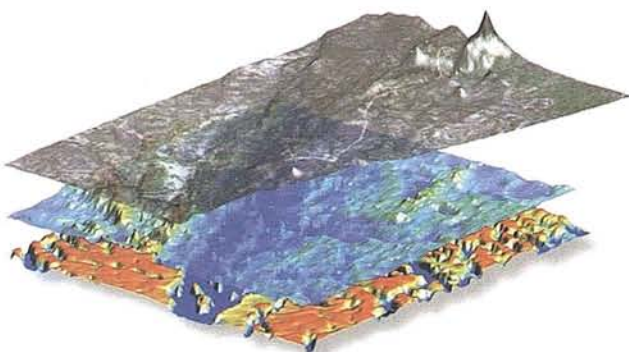
Sorprendentes graficos 3D en Windows 95, Windows NT, SGI y Sun



Visualizar planes de redes celulares



Presentar información de impacto ambiental



Gestión Medioambiental

ER Mapper ahorra tiempo y dinero

- ✓ 3D interactivo en PCs estandar
- ✓ Imprimir mapas 3D con calidad fotográfica
- ✓ Crear mapas profesionales con facilidad
- ✓ Actualizar datos GIS usando imágenes
- ✓ Compartir datos con otros productos



Sobrevolado en tiempo real

¡ Calificado *Número 1* !

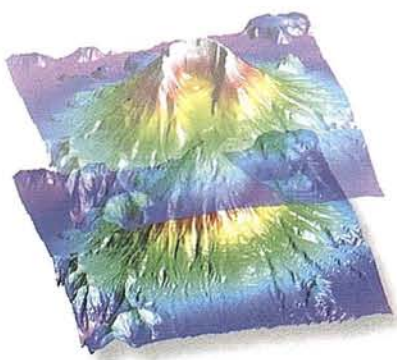
"... ER Mapper es el sistema de proceso de imágenes con mejor rendimiento y mejor acabado que hemos probado, una auténtica ganga."

-- GIS WORLD, Septiembre 1996

Visitenos en EXPO-GEOMATICA' 97
Stand Autodesk-ER Mapper



Incluir vistas 3D en los mapas



Evaluación de desastres naturales

ER Mapper 5.5

Helping people manage the earth

www.ctv.es/ermapper

Todas las marcas, nombres de compañías y productos son marcas registradas de sus respectivos propietarios.

Europa, Africa y M.Oriente - Central

Earth Resource Mapping

Blenheim House

Crabtree Office Village

Eversley Way, Egham

Surrey, TW20 8RY, UK

Teléfono: +44 1784 430-691

Facsimil: +44 1784 430-692

España, Italia, Portugal y N. de Africa

Earth Resource Mapping Spain S.L

Bailen 1

El Escorial, Madrid

28280, Spain

Teléfono: +34 1 896 0379

Facsimil: +34 1 896 0379

LA BASE CARTOGRÁFICA NUMÉRICA 1:25.000 (BCN25)

Antonio F. Rodríguez Pascual.
Ingeniero Geógrafo.
Jefe del Servicio de SIG (IGN).

Gema Martín-Asín López.
Ingeniero Técnico en Topografía.
Analista Funcional (IGN).

Beatriz Astudillo Muñoz.
Ingeniero Técnico en Topografía.
Analista Programador (IGN)

porque la generan en su propio sistema, hizo que pareciera razonable definir BCN25 como un proyecto de producción de datos para SIG, tal y como detallaremos a continuación, más que como un proyecto de establecimiento de un SIG como tal.

Objetivos de BCN25

El objetivo fundamental del proyecto BCN25 es establecer una infraestructura básica para España en cuanto a datos geográficos digitales a escala 1:25.000 se refiere. Como tal infraestructura básica, ha de presentar dos cualidades esenciales:

- 1) La calidad, que ha de ser máxima, para permitir su utilización con garantías de éxito en todo tipo de aplicaciones derivadas.

Este aspecto está asegurado mediante la aplicación de un exhaustivo control de calidad, en parte automático y en parte interactivo, como última fase del proceso de tratamiento de los datos.

La determinación de los parámetros de calidad (exactitud geométrica y semántica, coherencia, completitud, genealogía) de la BCN25 se llevará a cabo seleccionando una muestra representativa de hojas sobre la que aplicar los métodos estadísticos correspondientes. De cualquier manera, la exactitud esperada en las coordenadas x e y es de 2,5 metros, dado que el proceso de captura de datos (restitución fotogramétrica) es bien conocido.

- 2) La versatilidad, que ha de hacer posible el uso de la información para cualquier finalidad y sobre cualquier plataforma lógica y física.

En cuanto a contenido, la versatilidad está asegurada por tratarse de la información contenida en el MTN25, mapa topográfico que constituye la cartografía básica oficial a mayor escala de cobertura nacional.

En lo referente a la estructura de los datos, se ha elegido la más sencilla, la estructura en espagueti, por ser integrable en todo tipo de sistemas y porque, gracias a que en los ficheros finales de BCN25 están resueltos todos los errores geométricos y topológicos, es posible en principio generar en cualquier sistema el nivel topológico que se desee (cadena-nodo, topología completa, topología parcial) en forma de mapa continuo, mediante la aplicación de procesos automáticos. Por ello, se puede decir que se trata de un espagueti depurado y con topológica implícita, digamos que espagueti de la más alta calidad.

Por último, los datos están disponibles en los formatos comerciales más extendidos en la comunidad SIG, en formato NOTIGEO (el formato ASCII del IGN) y en formato MIGRA (Mecanismo de Intercambio de Información Geográfica Relacional formado por Agregación), aprobado por el Comité

Antecedentes

Ya desde su inicio, en la década de los 80, la Base Cartográfica Numérica 1:200.000 (BCN200), fue concebida, aparte de su valor y utilidad intrínsecos, como el proyecto piloto del que se obtendría la experiencia necesaria para abordar con garantías razonables de éxito el proyecto BCN25.

El proyecto BCN200, definido como un SIG de carácter básico a nivel nacional basado en la información reflejada en nuestra Serie Provincial 1:200.000, ha cumplido ya todos sus objetivos. Fue completado para toda España en 1992 y ya se han producido las actualizaciones correspondientes a los años 1994, 1995 y 1996, por lo que el proceso de producción de actualizaciones anuales está completamente consolidado.

Respecto a BCN25, las consecuencias extraídas de BCN200 son, en primer lugar un caudal considerable de conocimiento tecnológico y experiencia en todas y cada una de sus fases (Diseño, Captura, Tratamiento, Almacenamiento, Gestión y Actualización), en segundo lugar, la clara noción del volumen de trabajo que supondría establecer un SIG topológico y en funcionamiento a escala 1:25.000 para toda España, proyecto actualmente inabordable. Hay que tener en cuenta que BCN200 se completó en un período aproximado de 5 años (1986-1991) y que se puede establecer una relación aproximada de 1 a 64 entre el volumen de datos y la complejidad que suponen una escala y la otra.

Afortunadamente, la información de partida en ambos casos es cualitativamente distinta. En el primer caso la fuente de datos era una serie cartográfica clásica y en el segundo lo es el MTN25 digital, producto concebido dentro de un proyecto global cuyo principal subproducto es precisamente la BCN25. A pesar de todo, el volumen de datos es tan considerable que la producción de un SIG topológico a escala 1:25.000 es inviable para nosotros, al menos por ahora.

Esto, unido al hecho innegable de que gran número de usuarios de BCN200 satisfacen sus requerimientos con información no topológica, bien porque no hacen uso de ella bien

Técnico de Normalización 148 de AENOR (1997-01-30) como norma española experimental (UNE experimental) para el intercambio de datos geográficos.

Resumiendo, podemos decir que las principales características de BCN25, consecuencia lógica de sus objetivos, son:

- La calidad de los datos constituye un aspecto especialmente importante, tanto desde el punto de vista del control de calidad en el proceso de producción, como desde el punto de vista de determinación de la calidad del producto ya acabado.
- La información básica de partida es la correspondiente a los datos contenidos en el Mapa Topográfico Nacional 1:25.000 digital.
- Los datos de BCN25 se pueden integrar en cualquier sistema y permiten la generación automática de mapa continuo con topología. Únicamente es necesario el proceso interactivo para la resolución de un número muy pequeño de indeterminaciones resultantes de los procesos automáticos de generación de topología.
- Los formatos en los que BCN25 está disponible incluyen NOTIGEO, MIGRA y los principales formatos "standard" de hecho existentes en el mercado.

De ésta manera, BCN25 pretende satisfacer los requerimientos de todo tipo de usuarios, desde los más sencillos hasta los más sofisticados, utilizando estructuras de datos y formatos muy sencillos, fácilmente legibles e interpretables.

Descripción de BCN25

La concepción de BCN25 está basada en el concepto de elemento, que puede ser puntual, lineal y perimetral. Un elemento puntual no es más que la representación de una entidad geográfica que se considera cerodimensional a la escala de trabajo. El elemento lineal se define como la porción continua de entidad geográfica monodimensional contenida dentro de una hoja de MTN25 que mantiene constante su representación gráfica en el mapa, independientemente de los cruces con otros elementos que pueda tener en su recorrido. Un elemento perimetral no es más que un elemento lineal que comienza y acaba en las

mismas coordenadas y se utiliza, obviamente, para representar entidades de carácter bidimensional.

Cada elemento tiene asignado el nombre de la entidad que describe mediante un texto cuyo origen coincide exactamente con uno de los vértices que definen el elemento nombrado.

Por lo tanto, si una entidad geográfica lineal, como una carretera, presenta tres porciones simbolizadas de manera diferente dentro de una hoja (carretera de primer orden, carretera en túnel, carretera de primer orden), estará representada en BCN25 por tres elementos lineales diferentes, que por estar conectados (las coordenadas del último vértice de un elemento son idénticas a las del primer vértice del elemento siguiente) y por tener asignados sendos textos que contienen el mismo nombre (el nombre propio de la carretera), permitirán la formación de la entidad continua de modo automático. Al estar conectados de este modo los elementos que representan una entidad geográfica que atraviesa varias hojas, es posible reconstruir en su totalidad dicha entidad geográfica mediante procedimientos totalmente automáticos.

En el caso de que una entidad geográfica superficial esté formada por varios perímetros, como ocurre en la División

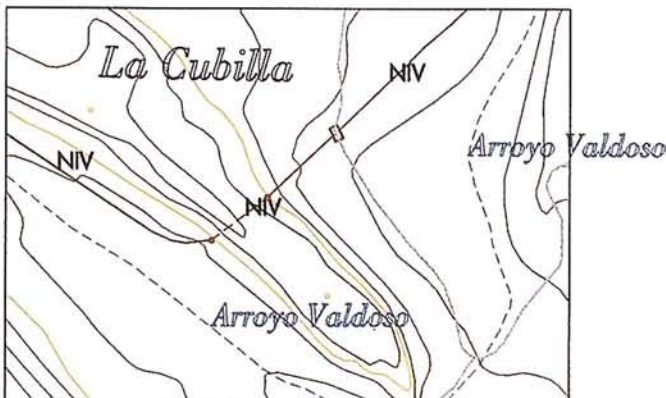


División Administrativa de la hoja de BCN25 434-1.

Administrativa, éstos tienen asignado el mismo nombre, tal y como hemos dicho, y su código indica si se trata del perímetro principal, de un anejo o de un enclave.

Obviamente no existen nodos en BCN25 ya que la estructura en espagueti no lo permite, sin embargo siempre que se cruzan dos elementos, el punto de intersección existe como uno de los vértices que describen a ambos elementos. Esto permite identificar nodos sin efectuar cálculo alguno, simplemente buscando vértices de idénticas coordenadas en elementos diferentes.

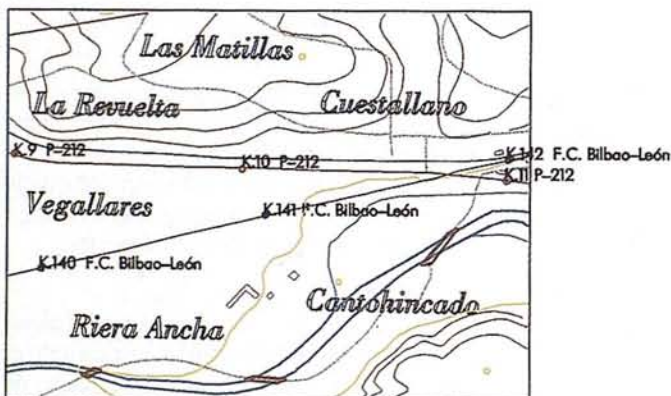
De esta manera, BCN25 tiene estructura topológica en espagueti, la más sencilla, pero de la máxima calidad, ya que todo el tratamiento geométrico, topológico y semántico está resuelto de manera que su integración en un SIG puede ser llevada a cabo, en principio, mediante la ejecución de procesos automáticos.



Una entidad geográfica representada mediante tres elementos en BCN25.

Más concretamente, lo que se denomina como hoja de BCN25 está formado por un conjunto de capas, en la que se puede considerar separada la información contenida en una hoja de MTN25:

- 1) Capa de Toponimia. Contiene todos los elementos textuales contenidos en la correspondiente hoja de MTN25. Es por lo tanto una copia exacta de la toponimia de dicho mapa, salvo la supresión de topónimos repetidos a lo largo de un elemento y eventuales correcciones del literal contenido en cada texto o de su código. Los elementos textuales de BCN25 están codificados con seis dígitos (Tema-Grupo-Subgrupo), siguiendo en líneas generales la clasificación del MTN25, en 130 clases diferentes en función del elemento al que se refieren. El Grupo-Subgrupo de cada elemento textual es igual al Tema-Grupo del elemento al que se refiere, mientras que el Tema indica que se trata de un texto.
- 2) Capa de Altimetría. Está formado por las curvas de nivel y puntos acotados contenidos en la hoja de MTN25 correspondiente, si bien se toma como punto de partida el fichero que ha servido para generar el MDT25 de esa hoja para incorporar todas las correcciones introducidas en él. Esta capa cumple las siguientes especificaciones:
 - En las curvas de nivel no hay puntos repetidos y la densidad de puntos es la adecuada a la escala.
 - No hay curvas repetidas, incluidas, solapadas, discontinuas o partidas en varios elementos lineales.
 - Una curva de nivel no se corta ni consigo misma ni con ninguna otra curva.
 - Todas las curvas tienen cota asignada y la equidistancia entre curvas de nivel consecutivas es de 10 metros.
 - Las curvas están codificadas según sean maestras, ordinarias, auxiliares, en glaciar, de depresión o batimétricas.
 - El caso de curvas entre hojas adyacentes está asegurado en cuanto a cota, coordenadas planas y código.
- 3) Capa de Planimetría. Contiene la información planimétrica (División Administrativa, Hidrografía, Construcción,



Tratamiento de puentes y de puntos kilométricos.

nes, Comunicaciones, Conducciones y Transmisiones, Vértices Geodésicos) de la hoja original, siguiendo las siguientes especificaciones:

- No existe ningún tipo de simbolización puntual, lineal o superficial.
 - No hay puntos repetidos y la densidad de puntos en los elementos lineales y perimetrales es la adecuada a la escala.
 - No hay elementos repetidos, incluidos ni solapados entre sí.
 - Cada elemento lineal está representado por una sola primitiva lineal, sin discontinuidades ni cruces consigo misma.
 - Los elementos perimetrales están representados por una sola primitiva lineal cerrada. La superficie mínima representada es de 35 metros cuadrados.
 - Los puentes que poseen una anchura significativa a la escala de trabajo, se representan mediante un elemento perimetral en forma de rectángulo, cuyas dimensiones representan a escala la longitud y anchura reales del puente.
 - Siempre que dos elementos (ya sean puntuales, lineales o perimetrales) se cruzan o intersectan, el punto exacto de contacto está calculado e incluido como uno de los vértices que definen cada uno de los elementos.
 - Los elementos están codificados según la tabla de códigos BCN25, que incluye unos 1.200 códigos de seis dígitos (Tema-Grupo-Subgrupo) compatibles con la codificación BCN200.
 - Cada elemento tiene asignado un nombre, si así figura en el mapa mediante un texto cuyo origen coincide con uno de los vértices que describen el elemento nombrado.
 - El nombre de los puntos kilométricos contiene el nombre de la carretera sobre la que se encuentra para hacer posible su identificación.
 - El contorno de cada casco urbano está representado mediante un elemento perimetral que tiene asignado el nombre de la población correspondiente.
 - Para corrientes fluviales representados a la escala de trabajo por medio de sus dos márgenes (ríos, rías, etcétera), cada una de dichas márgenes tiene asignado el nombre de la corriente fluvial.
 - En el caso de la División Administrativa, el nombre está contenido en un texto cuyo origen coincide con las coordenadas de un centroide.
 - El caso entre elementos de hojas adyacentes está resuelto a nivel de coordenadas, de código y de nombre. El marco de hoja se incluye como un elemento más con su código.
- 4) Capa de cultivos. Incluye los datos relativos a masas de cultivos y vegetación de la hoja, en forma de elementos perimetrales, excepto en el caso de las alineaciones de árboles, árboles singulares y árboles aislados. Las especificaciones de esta capa son las mismas, excepto las no aplicables, que para la capa de planimetría.

Las coordenadas están expresadas en metros; la proyección cartográfica empleada es la Universal Transversa de Mercator (UTM), cada hoja está representada en su huso, las hojas limí-

¿Sabe usted que existe un GPS de Trimble
con precisión topográfica de 5 mm.
y al precio de una estación convencional?

¿Sabe que tiene un solo botón?

¿Sabe que es un aparato estanco, que integra
antena, receptor y batería, sin cables externos?



¿Quiere hacerse un favor?

Hágase con un Trimble 4600 LS



Isidoro Sánchez, S.A.

DISTRIBUIDOR GENERAL DE
 **Trimble**
PARA ESPAÑA

trofes en los dos; el sistema geodésico de referencia, el elipsoide y el datum son los mismos que para el MTN25; y las cotas están referidas al nivel medio del mar en Alicante.

Tratamiento de los datos

La fase de tratamiento necesaria para generar BCN25 a partir de MTN25 cubre en esencia la diferencia existente entre las especificaciones de un mapa, concebido y orientado para ser leído por el ojo humano, y las de un SIG, concebido y orientado para ser analizado por un sistema informático.

Esta diferencia de filosofía se traduce en el hecho de que en un mapa todas las imprecisiones geométricas cuya magnitud se halla por debajo del límite de percepción del ojo (que se suele cifrar en 0,2 mm. aunque a menudo es necesario operar con límites algo más pequeños) no son errores desde el paradigma conceptual del mapa, pero sí lo son desde el punto de vista de un SIG. Es más, el hecho de que tales imperfecciones no sean deficiencias sobre un mapa no sólo implica que no sea necesario el detectarlas y corregirlas, sino

que no es tampoco ni sensato ni rentable el hacerlo. En el proceso industrial de producción de una cartografía determinada, el balance coste-beneficio debe ser aquilatado al máximo, ya que la producción de cartografía es un proceso muy laborioso, largo, complejo y sobre todo costoso y los recursos disponibles son limitados. Por otro lado, hay que tener en cuenta el echo innegable de que uno de los factores que más encarecen la elaboración de un producto es la búsqueda y corrección de errores y deficiencias.

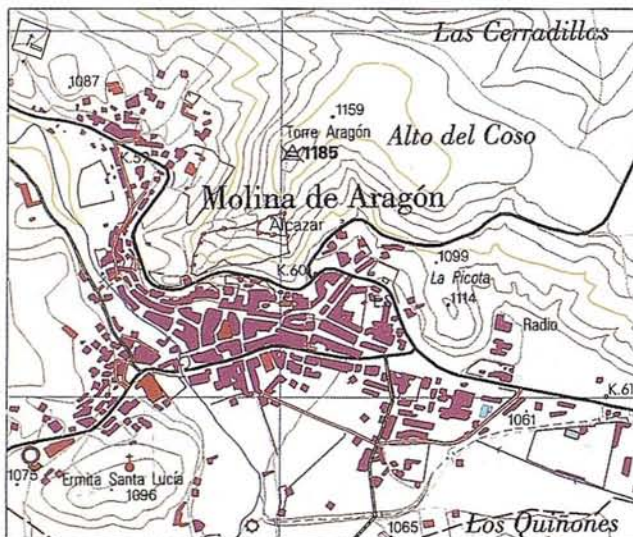
Por lo tanto, a pesar de que el nivel de calidad del MTN25 es francamente muy alto como mapa digital y de que una gran mayoría de situaciones topológicas están correctamente resueltas incluso más allá de la barrera de los 0,2 mm., la función esencial de la fase de tratamiento que cubre la transformación de ficheros de MTN25 en otros de BCN25 estriba en asegurar la corrección del 100% de las imperfecciones topológicas que aparecen en los datos.

La preparación previa de una hoja consiste simplemente en desechar de los datos contenidos en los ficheros del MTN25 toda aquella información dirigida a su lectura visual, todo aquello que constituye la presentación cartográfica de los datos: símbolos puntuales, lineales y superficiales, líneas paralelas en las carreteras, ...pero que no tiene ninguna análogo geométrico con la realidad. De esta manera se obtiene la geometría pura, desnuda de toda simbolización convencional. Este paso resulta particularmente sencillo debido a que en el proceso de producción de MTN25 se sigue el principio general de mantener una separación a nivel lógico, que permita su distinción automática, entre los dos tipos de información, una estrictamente geográfica y la otra de finalidad cartográfica.

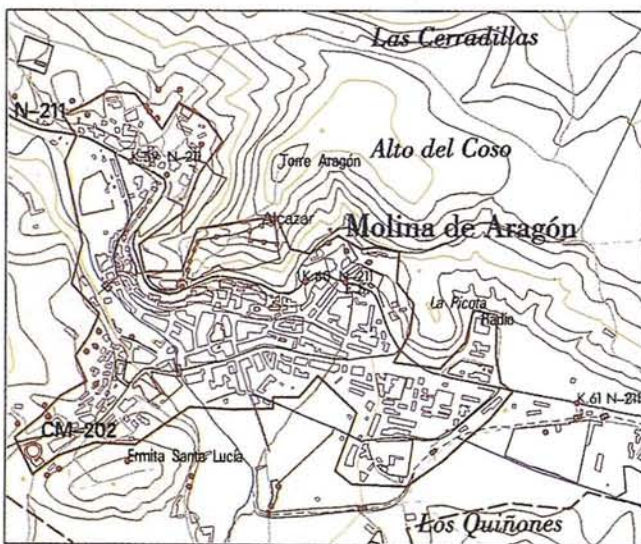
La aplicación ATICA (Aplicación de Tratamiento de la Información CARTográfica), cuya función es la producción de BCN25 a partir de los datos del MTN25 digital, comprende a grandes rasgos los siguientes pasos:

- 1) Eliminación de puntos superfluos y repetidos.
- 2) Eliminación de bucles y vueltas atrás en elementos lineales y perimetrales.
- 3) Eliminación de líneas repetidas, incluidas y solapadas.
- 4) Asignación de códigos BCN25.
- 5) Resolución de anclajes.
- 6) Detección y resolución, si procede, de extremos libres.
- 7) Resolución de intersecciones entre elementos.
- 8) Asignación de nombres de elementos.
- 9) Unificación de elementos del mismo código y nombre dentro de tolerancia.
- 10) Tratamiento de elementos perimetrales.
- 11) Casos entre hojas adyacentes.

En cada fase de tratamiento, incluida la asignación de nombres, la aplicación resuelve de modo automático una gran mayoría de los casos presentados, aplicando tolerancias ajustables por el operador en función de las características de cada hoja, y marca los casos conflictivos para su resolución interactiva.



MTN25



BCN25

Diferencias entre los datos de MTN25 y BCN25.

Por último, existe una fase adicional de control de calidad sobre el producto final, en la que se revisa:

- La codificación de una serie de elementos cuya inclusión en una categoría u otra es, en cierta medida, dependiente del criterio subjetivo de cada operador.
- El que todos los nombres estén escritos de manera normalizada.
- Que no haya elementos repetidos ni con bucles.
- Anclajes y cruces, de los que se comprueba aproximadamente un 30%.
- El que todos los elementos perimetrales estén cerrados.
- Los casos entre hojas colindantes.
- El aspecto general de la hoja y las entidades más importantes (carreteras, ríos, poblaciones), teniendo como referencia la hoja de MTN25 publicada.
- Todos las propiedades y características de una muestra representativa, seleccionada interactivamente, de elementos de la hoja.
- La capa de División Administrativa.
- La capa de Cultivos.

Plan de trabajo

Actualmente, a fecha 20 de Marzo de 1997, hay disponibles 70 hojas de BCN25. El ritmo actual de producción es de unas 6 hojas semanales. Sin embargo, la ampliación paulatina del número de operadores y equipos dedicados a esta tarea, permitirá aumentar esta cifra, según nuestras previsiones, en una primera fase a 10 hojas semanales y en una segunda fase a 16 hojas semanales.

De esta manera, durante el año 1997, está previsto el aumentar el ritmo de producción hasta llegar a las 300 hojas anuales y en el año 1998 se prevé producir 600 hojas más, con lo que el número de hojas de BCN25 disponibles al finalizar cada año será aproximadamente:

1997	350 hojas
1998	950 "

A partir del inicio el año 1999 el ritmo de producción de BCN25 se mantendrá en paralelo con el de MTN25, de manera que la publicación de una hoja de MTN25 digital y su finalización y puesta a disposición de los usuarios como BCN25 se produzca prácticamente de forma simultánea.

En cuanto a la actualización, al menos por el momento, se efectuará produciendo una nueva versión completa de cada hoja de manera coordinada con la producción de MTN25, de forma que también la actualización de ambos productos se produzca de manera prácticamente simultánea.

Base de Datos de Líneas Límite

Un conjunto de datos indudablemente relacionado con BCN25 es el constituido por la Base de Datos de Líneas Límite (BDLL), que podría verse como un subconjunto de

BCN25, pero cuyo contenido se ha desmembrado en un producto digital independiente debido a su importancia y trascendencia.

La BDLL tiene como objetivo el poner a disposición pública la información relativa a la División Administrativa española con las siguientes características:

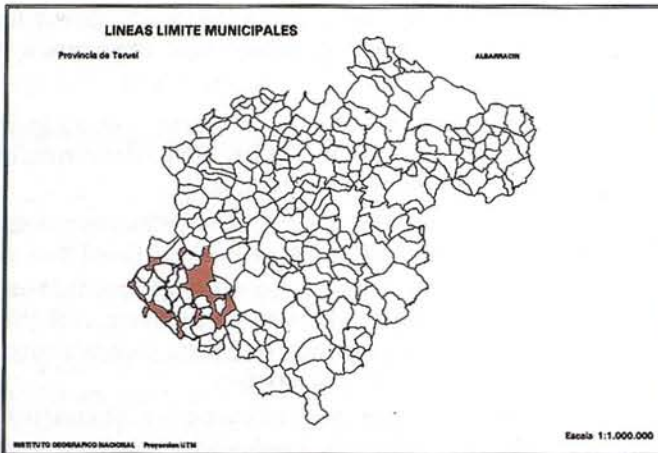
- Coordinación con el Registro de Entidades Locales del Ministerio de Administraciones Públicas (MAP).
- Máximo grado posible de actualización, se produce una nueva versión con periodicidad anual, liberada el 1 de Mayo de cada año y que incorpora todas las alteraciones producidas dentro del año anterior.
- Estructura topológica más adecuada a la explotación de dicho conjunto de datos, topología completa, es decir con superficies que recubren el plano sin huecos ni solapes y con relaciones topológicas bien establecidas.
- Variedad de escalas que satisfaga las necesidades de todo tipo de usuario, que comprende versiones a escala 1:25.000, 1:200.000 y 1:1.000.000.
- En un amplio abanico de formatos que asegure el que ningún potencial usuario de dicha información pueda tener dificultades para integrar los datos en su sistema. Se contemplan los mismos formatos que para BCN25: NOTIGEO, MIGRA y los formatos "standard" de hecho más significativos del mercado.

Los datos correspondientes a esta BDLL se integran en dos proyectos transeuropeos del grupo MEGRIN (Multipurpose European Ground Related Information Network): SABE30 y SABE200 (Seamless Administrative Boundaries of Europe), que contemplan la producción de sendas versiones de la División Administrativa de toda Europa con resoluciones de 30 y 200 metros, respectivamente.

El mantenimiento de ésta BDLL es particularmente complejo debido a la variada problemática existente en España en lo referente a la definición y variación de los Términos Municipales.

Existen territorios que no pertenecen a un único Municipio, sino que administrativamente pertenecen de modo compartido a dos o más Municipios, es lo que se conoce con el nombre de Territorios Emprivianos. Otro caso peculiar es el de los territorios clasificados como "Conjunto de Términos sin deslindar", que pueden aparecer cuando, por ejemplo, un Término Municipal queda suprimido y no hay acuerdo entre los Términos colindantes acerca de cómo deslindar el territorio resultante; el conflicto puede extenderse considerablemente en el tiempo y mientras tanto, no hay otra solución que admitir que existe un conjunto de Términos Municipales, de límite exterior bien conocido y cuyos límites interiores o comunes no se pueden determinar con precisión cartográfica. Por otro lado, existe una gran diferencia de tamaño entre los Términos Municipales de mayor extensión, como Cáceres (175.000 Ha) o Lorca (167.000 Ha), y los más pequeños, como es el caso de Emperador, en la provincia de Valencia, de unas 30 Ha de superficie.

En las figuras adjuntas, podemos ver otros dos casos curiosos: el del Municipio de Albarracín (Teruel), que rodea completamente por medio de estrechas franjas de territorio a



BDLL. Municipio de Albarracín.

otros dieciocho Términos Municipales; y el de Granadilla (Cáceres), cuyo perímetro principal tiene un único punto de contacto con uno de sus anejos, es decir su contorno presenta la forma geométrica del carácter 8.

A grandes rasgos, el proceso de tratamiento de los datos a seguir para producir cada nueva versión puede resumirse como sigue:



BDLL. Municipio de Mohedas de Granadilla.

- La Sección de Información Territorial, perteneciente al Servicio de Deslindes y Grandes Escalas (SG de Producción Cartográfica) recibe notificaciones procedentes del MAP de todas y cada una de las alteraciones de líneas límite (variaciones, segregaciones, agregaciones) que se van produciendo. A continuación, se encarga de recabar y digitalizar la primera información gráfica correspondiente, bien procedente del citado departamento ministerial, bien procedente de los Servicios Regionales del IGN. Esta primera descripción gráfica tiene carácter temporal hasta el momento en que el IGN proceda al levantamiento preciso de la línea, momento en el que se digitaliza la descripción definitiva de la línea límite.
- El Servicio de SIG (SG de Geomática y Teledetección) se encarga a continuación de: actualizar la BDLL a escala 1:25.000; regenerar de nuevo la topología de superficies; generalizar en dos pasos (filtrado y suavizado automático de líneas + tratamiento interactivo de la información) el conjunto de datos

para obtener las escalas 1:200.000 y 1:1.000.000; y generar la topología en cada una de estas dos últimas escalas.

La complejidad técnica del proceso de generalización mencionado es alta, debido a la aparición de una variada problemática como resultado de los procesos automáticos ejecutados (contornos abruptos, reducción de polígonos a una línea o a un punto, desaparición de Municipios de pequeña superficie, aparición de superficies con más de un centroide, aparición de anejos espúreos, etcétera) que exige la dedicación de considerables recursos para su resolución interactiva.

Actualmente, partiendo de la primera versión correspondiente al año 1986, se han producido ya las actualizaciones correspondientes a los años 1992, 1994 y 1996 y se encuentra ya suficientemente probada la metodología y logística necesarias para la elaboración de una versión anual de la BDLL, a las tres escalas reseñadas, disponible el día 1 de Mayo de cada año, que incorpore todas las alteraciones de líneas límite producidas el año anterior.

Conclusión

De todo lo dicho, se deduce que BCN25 constituirá dentro de pocos años el conjunto de datos geográficos digitales disponibles a mayor escala, de cobertura nacional, con un nivel de calidad y un grado de elaboración tal, que sirva como conjunto de datos básico para todo tipo de aplicaciones. En este sentido, parece que la escala 1:25.000 puede ser la ideal para todo tipo de proyectos que requieran la descripción en detalle del ámbito cubierto por una comunidad autónoma o por una provincia.

No hay que olvidar que la precisión planimétrica de BCN25 (2,5 metros) es superior a la estrictamente necesaria para su escala, y más bien corresponde a un conjunto de datos 1:12.500.

Desde luego, puede servir como primera aproximación a todo tipo de proyectos que requieren de escalas que ofrezcan mayor detalle. No es descabellado en muchas situaciones el desarrollar prototipos que gestionen un problema a escala 1:25.000, antes de pasar a la fase de explotación definitiva que puede involucrar escalas mayores.

Y por último, también BCN25 se puede utilizar como conjunto de datos de referencia, de calidad bien conocida, sobre los que escoger una muestra representativa para realizar la determinación estadística de los parámetros de calidad de conjuntos de datos de escalas menores (1:200.000, 1:1.000.000, etcétera).

En cuanto a la BDLL, por ser la descripción geométrica de la distribución del país en Municipios a varias escalas, parece el producto clave para estudios estadísticos, proyectos de planificación global, segmentación de mercados y geomarketing.

Una vez consolidada la producción y actualización de BCN25, se podrá considerar la conveniencia de iniciar otras líneas de trabajo basadas en ella, como por ejemplo: derivación por generalización automática de una BCN50 y una BCN100; generación automática de topología explícita sobre un determinado conjunto de hojas "a la carta"; estudios de variaciones temporales, etcétera.

- Por otro lado, los ficheros de información digitalizada procedente de las hojas de MTN25 ya publicadas por métodos de cartografía clásica, que constituyen el 33% restante del número total de hojas. Son ficheros bidimensionales que contienen curvas de nivel y puntos acotados y cuya red hidrográfica no está, en general, disponible en forma digital. La exactitud teórica de ésta información se puede cifrar entre 1/4 y 1/3 de la equidistancia entre curvas de nivel (2,5 m. - 3,3 m.).

El tratamiento previo al cálculo del modelo de una hoja comprende: la fusión de los datos originales con los rebases necesarios extraídos de las hojas colindantes; la comprobación de continuidad de las curvas de nivel y puntos acotados en la transición a las hojas limítrofes tanto en coordenadas planimétricas como en cota; la búsqueda y corrección de todo tipo de errores en toda la hoja, tales como discontinuidades en las curvas, cotas equivocadas, saltos en la cota asignada a una misma curva de nivel, pérdida de la equidistancia, zonas sin información suficiente para el cálculo, incoherencias entre las cotas de curvas y puntos, etcétera.

El programa utilizado tanto para la generación como para la explotación del modelo es el SCOP (Stuttgart Contour Program) de la firma alemana INPHO GmbH, desarrollado en la Universidad de Stuttgart, que utiliza como método de interpolación la colocación por mínimos cuadrados. El algoritmo utilizado tiene en cuenta a la hora de calcular la cota de un nodo de la malla, las cotas de todos los puntos situados en un entorno próximo, ponderadas por medio de una función que depende inversamente de la distancia. Ésta función se establece en cada caso mediante un análisis previo de autocorrelación espacial en dicho entorno, con lo que se consigue seguir de modo suficientemente continuo y suave los accidentes del terreno.

Una vez calculada una primera versión del MDT25 correspondiente a una hoja, se dibujan varias vistas perspectivas del mismo para efectuar un control visual de la forma del terreno, de manera que los errores residuales se puedan localizar rápidamente por la brusquedad de las elevaciones o depresiones que originan.

A continuación se corrigen en los datos originales los errores detectados y se procede al cálculo definitivo del modelo para esa hoja.

La cota se registra en metros sobre el nivel medio del mar en Alicante, el sistema geodésico de referencia es el ED50, el datum Potsdam, el elipsoide de referencia es el internacional (Hayford) y las coordenadas planimétricas sobre las que se construye la malla, UTM, cada hoja en su huso correspondiente y las limítrofes en los dos, lo que supone la realización de 192 cálculos adicionales.

Después de generado el modelo de una hoja, se le somete a un procedimiento de control de la calidad, llevado a cabo por un equipo de operadores diferente al que produjo el modelo, que consiste básicamente en comprobar:

- Que el formato de cada fichero es correcto.
- Que la línea de costa está adecuadamente delimitada por una cadena de nodos de malla con cota cero.
- Que no aparecen nodos de malla sin cota asignada por error o falta de datos.

- Que no aparecen cotas con valores negativos o valores excesivos para la zona considerada.
- Que el rebase es suficientemente amplio como para asegurar la continuidad entre hojas vecinas.
- Que no aparecen saltos bruscos en las cotas asignadas.

A continuación se subsanan los errores y deficiencias encontrados, corrigiendo la cabecera del fichero, reformando el formato o repitiendo el cálculo del modelo en los casos en los que es necesario.

Uno de los aspectos más difíciles de solventar en el proceso, es el que se presenta a la hora de integrar en los datos de una hoja procedente de fotogrametría, los rebases de otra hoja procedente de digitalización y viceversa. Para ello es necesario resolver los casos entre hojas de distinta procedencia, lo que resulta a menudo problemático.

El nivel de calidad del MDT25 se puede evaluar por analogía con el MDT200, cuyo error cuadrático medio se ha determinado por comparación con el MDT25 y resulta ser por término medio inferior a 30 metros, es decir menor que un tercio de la equidistancia entre las curvas de nivel originales, con pequeñas variaciones entre unas hojas y otras. En el MDT25 se espera la misma eficacia y fiabilidad en el proceso, ya que los métodos aplicados son esencialmente los mismos y la altimetría original puede ser considerada en principio más fiable, ya que procede de restitución fotogramétrica o de digitalización, frente a la de la serie 1:200.000, procedente de un proceso de generalización. Por lo tanto, podemos evaluar a priori el error cuadrático medio en la altitud de los puntos de la malla de MDT25 en 3 metros.

En breve, se acometerá la determinación estadística de la precisión del MDT25 seleccionando una muestra representativa del mismo para su comparación con otros MDTs y datos altimétricos de mayor escala, por lo tanto de mayor resolución y fiabilidad.

Formato del MDT25

El MDT25 se presenta en un formato ASCII, sencillo, bien descrito y de fácil lectura e interpretación.

El formato consta de un primer registro de cabecera en el que figuran: el número de la hoja 1:25.000 de que se trata; las coordenadas UTM en metros de las esquinas SW o esquina inferior-izquierda de la malla y de la esquina NE, o esquina superior derecha, con lo que se tienen las coordenadas máximas y mínimas de los nodos de la malla; el huso UTM; la longitud del registro en bytes; y la proyección y el elipsoide a los que están referidas las coordenadas, UTM y Hayford.

A continuación figuran una serie de registros, cada uno de los cuales contiene las cotas, ordenadas en sentido x creciente, de los nodos de la malla pertenecientes a una misma fila. Las filas están ordenadas en registros en el sentido en el que crece la coordenada y obviamente, entre dos nodos consecutivos de una misma fila hay una diferencia en la coordenada x de 25 metros y entre los nodos de una fila y los de la siguiente, una diferencia en la coordenada y también de 25 metros.

Las cotas están expresadas en metros, en forma de cuatro enteros seguidos de un punto decimal.

RUGOMA, S.A.

- Cartografía en formato digital
- Tratamiento de archivos CAD (dxf, dgn,...) y PostScript, generando separaciones de color en fotolitos para su posterior publicación
- Mapas digitales interactivos
- Edición de atlas, guías, callejeros
- Cartografía temática, mapas mundi, planos turísticos
- Mapas en relieve
- Laboratorio Técnico Fotográfico

Conde de la Cibera, 4 local 6

Tels.: 553 60 27 - 553 60 33

Fax: 534 47 08

Internet: <http://www.rugoma.com>

28040 MADRID

RDSI: 456 11 00

E-Mail: rugoma@rugoma.com



GEA S.A., es una empresa que centra su desarrollo profesional en el ámbito de la Topografía y la Cartografía.

Sus objetivos dentro de estos campos son los de cumplimentar un servicio técnico cualificado y extenso en labores tanto fotogramétricas, cartográficas, de topografía clásica convencional o de precisión.

GEA S.A., es una empresa creada con carácter independiente, con intenciones de colaboración con los sectores públicos y privados.

ACTIVIDADES

La experiencia y capacidad actual de GEA abarcan los siguientes campos de actividad:
FOTOGRAMETRÍA.

CARTOGRAFÍA.

TOPOGRAFÍA CLÁSICA.

TOPOGRAFÍA DE PRECISIÓN.

LEVANTAMIENTOS ESPECIALES.

Dentro de cada una de esta áreas, las actuaciones habituales de GEA cubren todas las etapas de colaboración que se precisan.

GEA CARTOGRAFÍA C/. Real, 27
41920 San Juan Aznalfarache-SEVILLA

Tel. (95) 476 28 70
Fax. (95) 476 28 33

ASPECTOS TÉCNICOS DE LA REALIZACIÓN DE ORTOFOTOS DIGITALES EN COLOR 1/25.000

Guillermo Villa Alcázar,
Ingeniero Geógrafo,
Jefe de Sección de Sistemas Informáticos.

Carlos García González,
Ingeniero Técnico en Topografía.

Fernando Serrano Saiz,
Técnico en Procesos Cartográficos.

Área de Teledetección. Instituto Geográfico Nacional.

1. INTRODUCCIÓN

Como es sabido, una fotografía aérea no es en general superponible a un mapa a la misma escala, debido a las deformaciones geométricas causadas por la perspectiva y el relieve del terreno. Sin embargo, estas deformaciones se pueden corregir por el proceso llamado ortoproyección. El resultado es una ortofotografía u ortofotomapa, que es lo que podríamos llamar un "mapa de imagen", perfectamente superponible con los mapas topográficos convencionales de la misma escala y proyección cartográfica.

Las ortofotos aéreas se han venido realizando desde hace muchos años, utilizando para ello los instrumentos analógicos llamados ortoproyectores. En España, la aplicación principal y casi exclusiva de las ortofotos generadas por técnicas analógicas ha sido la realización de levantamientos catastrales, ya que los límites de las parcelas quedan perfectamente reflejados en las ortofotos a escalas 1/5.000 o mayores, que eran las realizadas habitualmente.

Últimamente se ha desarrollado la técnica de "ortoproyección digital", que tiene muchas ventajas en comparación con la ortoproyección analógica y que se está empezando a emplear en los organismos cartográficos de todos los países desarrollados. La realización de series cartográficas de ortofotos a escalas medias (1/25.000, 1/10.000,...) con fines de utilización general ha empezado a ser considerada, tanto en otros países como en España, coincidiendo con la aparición de esta técnica.

En este artículo se presentan resumidamente los aspectos técnicos de la realización de ortofotos digitales, así como las diversas alternativas que se barajan para la puesta en marcha del proyecto de realización de la serie de ortofotos a escala 1/25.000 como complemento al MTN 25.

2. INTERÉS DE LAS SERIES DE ORTOFOTOS. APLICACIONES

El interés de la realización de una serie de ortofotos a escalas medias es de dos órdenes:

- En primer lugar, la información que contiene una fotografía aérea es muy superior a la que queda reflejada en el

mapa topográfico obtenido a partir de ella. En efecto, durante el proceso cartográfico se realiza una selección de los objetos visibles en la foto aérea, y se intenta representar esos objetos mediante líneas y símbolos convencionales. Pero no cabe duda de que, incluso en un mapa de buena calidad, el resultado no puede igualar la enorme variedad de matices de la realidad. La foto aérea es una representación mucho más completa de esa realidad, si bien es cierto que es más difícil de interpretar a primera vista que el mapa de línea.

Además, parece que la representación cartográfica de línea da mejores resultados en los países con un territorio muy estructurado y una ocupación del suelo bien definida, que en los países menos desarrollados y con mayor desorden en la utilización del suelo. Igualmente, los mapas convencionales representan mejor el territorio de los países de clima húmedo, como los del Norte de Europa, que los de clima árido, donde los tipos de vegetación naturales o seminaturales suelen ser, con mucha frecuencia, mixtos. En nuestro país, dado nuestro escaso ordenamiento territorial y el clima mediterráneo de la mayor parte de la Península, resulta conveniente complementar mediante ortofotos a los mapas de línea, a fin de dar una idea suficientemente expresiva de la realidad del territorio.

- Por otra parte, la realización de los mapas topográficos convencionales es muy laboriosa, exigiendo un gran empleo de recursos, incluso con las modernas técnicas de fotogrametría y de edición cartográfica asistida por ordenador.

En cambio el proceso de realización de ortofotos digitales es automatizable en mayor medida, lo cual permite disponer de unas series cartográficas con plazo de actualización tan breve como lo demande la variabilidad del territorio.

Las posibles aplicaciones de una serie de ortofotos digitales a escalas medias son innumerables: planificación urbanística, ordenación del territorio, estudios medioambientales, fases previas de proyectos de obras públicas y muchísimas otras que empiezan a surgir cuando se pone el producto a disposición del público.

Por otra parte la popularización de ordenadores personales muy potentes y la disponibilidad de programas capaces de trabajar con imágenes digitales hacen que sea cada vez más fácil para el usuario final la utilización directa de las ortofotos en forma digital, evitando los problemas de las tiradas convencionales en offset.

3. PROCESO DE REALIZACIÓN

El procedimiento empleado se basa en las técnicas de Tratamiento Digital de Imágenes que se desarrollaron inicialmente en el campo de la Teledetección en los años setenta para la corrección geométrica de las imágenes de satélite. Resumidamente, el proceso consiste en digitalizar los fotogramas aéreos mediante un scanner de alta resolución y precisión

LA TECNICA, S.A.



SERVICIOS TOPOGRAFICOS

- Alquiler
- Venta
- Reparación
- Calibración
- Cálculo y Trabajo de Gabinete
- Restitución
- Aplicaciones Informáticas



Distribuidor Oficial TOPCON
en Andalucía

GEOSECMA®



COLECTOR DATOS
ZAS

CENTRAL:

C/ Juan de Austria, 30
28010 - Madrid
Tfno: (91) 446 87 04
Fax: (91) 447 02 43
E-Mail: latecnica@sinix.net

DELEGACION ANDALUCIA:

C/ Ana de Viya, 5 - Of. 207
Edif. Nereida
11009 - Cádiz
Tfno/Fax: (956) 27 11 04

geométrica, con lo que se obtienen unas imágenes digitales susceptibles de ser tratadas íntegramente en forma digital. A continuación se realiza su "corrección geométrica" u ortoproyección, y posteriormente se procede a la realización de mosaicos -en caso de que sea necesario-, corrección radiométrica, realce visual, etc.

El resultado es un fichero que contiene la ortofoto en forma digital, de la que se pueden realizar posteriormente salidas analógicas como: ampliaciones fotográficas, tirada en máquinas offset, impresiones a la demanda en impresoras adecuadas, etc.; o bien utilizarlas directamente, lo cual cada día es más frecuente.

Ventajas de la ortoproyección digital

Las principales ventajas de la ortoproyección digital en comparación con la analógica clásica son:

- Mayor calidad del producto: Las ortofotos clásicas solían tener una calidad visual bastante pobre, debido al complejo camino óptico que seguía la imagen dentro del ortoprojector y a los procesos fotográficos encadenados que tenían lugar hasta la obtención de las copias finales. Mediante ortoproyección digital se consigue, si se realiza adecuadamente, una calidad de imagen muy satisfactoria, con lo que el producto final resulta más atractivo y útil.
- Posibilidad de realización de mosaicos (por el proceso clásico eran prácticamente imposibles de obtener).
- Tratamiento de fotos en color: muy difícil por técnicas analógicas, por lo que las ortofotos se realizaban sistemáticamente en blanco y negro. Por técnicas digitales, lo más habitual es realizar las ortofotos en color, que son mucho más fáciles de interpretar y más atractivas visualmente.
- Posibilidad de archivar, distribuir y utilizar las ortofotos directamente en forma digital, lo cual permite una gran disminución del coste de reproducción, que para las hojas de poca demanda resultaba desmesuradamente elevado en el caso de ortofotos analógicas. Además, se abren unas posibilidades inéditas en cuanto a nuevas formas de utilización de estas imágenes (integración de datos ráster y vector, realización de perspectivas y "vuelos virtuales", visualización estereoscópica, productos multimedia, Bases de Datos de imágenes, etc...)

3.1. El vuelo fotogramétrico

Es la parte esencial del proyecto y una de las más caras, por lo que conviene planificarlo con mucho cuidado. Un vuelo fotogramétrico adecuado para la realización de ortofotos digitales reúne ciertas particularidades, en comparación con los empleados normalmente para restitución fotogramétrica "de línea":

a) Película fotográfica:

Según experiencia generalizada, si se quieren obtener buenas ortofotos en color, es imprescindible realizar el vuelo con película aérea diapositiva, como por ejemplo Kodak Aerochrome MS Film 2448 o Agfa Aviphot Chrome 200 PE-1. Con esto se consigue que los colores de las ortofotos sean lo más parecidos posible a los colores naturales.

b) Distancia focal

La distancia focal empleada debería en principio ser lo más larga posible para reducir los errores planimétricos y

evitar al máximo las zonas ocultas, pero para las escalas medias de que estamos tratando, una focal de 300 mm. por ejemplo conduciría a una altura de vuelo desmesurada. Por tanto, la focal más adecuada para este caso es el gran angular (150 mm.). En escalas mayores (a partir de 1/5.000) se puede considerar la utilización de focales más largas, sobre todo para zonas urbanas.

c) Escala de vuelo

La elección de la escala de vuelo es una decisión de trascendental importancia, ya que condiciona todos los trabajos que se realicen con dicho vuelo:

- Por una parte, la resolución máxima a que se puede digitalizar una foto aérea sin que se empiece a apreciar el grano de la película es de 20 o 25 micras por pixel. Como por otra parte en una imagen impresa en offset la resolución óptima es de aproximadamente 10 pixels por milímetro (100 micras por pixel), se deduce que el factor de ampliación máximo entre la foto aérea y la ortofoto es de 4 a 5, lo cual nos limita la escala mínima del vuelo, en función de la de ortofoto.
- Por otra parte es conveniente evitar la necesidad de realizar mosaicos o reducir su número al mínimo posible, lo cual nos limita la escala máxima de vuelo.

La elección final de la escala de vuelo debe tener en cuenta esos factores, además de la optimización de los costes del vuelo, con la posibilidad de que un mismo vuelo tenga varias utilidades distintas.

En el caso del IGN, el objetivo es realizar ortofotos a 1/25.000, con una división en hojas coincidente con el MTN25. Si se fuese a realizar un vuelo exclusivo para la obtención de estas ortofotos, convendría utilizar la escala 1/70.000, con lo cual las hojas 1/25.000 saldrían por corte directo de la ortofoto a partir de un solo fotograma, o al menos 1/60.000, con lo cual sólo habría que realizar mosaicos de dos fotos por cada hoja.

Parece lógico, sin embargo, realizar un solo vuelo que sirva simultáneamente para la restitución fotogramétrica del Mapa Topográfico Nacional 1/25.000 y para la realización de las ortofotos digitales en color. De esta manera se aprovecharían además los trabajos de apoyo de campo y aerotriangulación del vuelo, consiguiéndose una absoluta coherencia geométrica entre el mapa topográfico y las ortofotos.

La escala de vuelo que se ha venido empleando en los últimos tiempos en el IGN para la restitución del MTN25 es

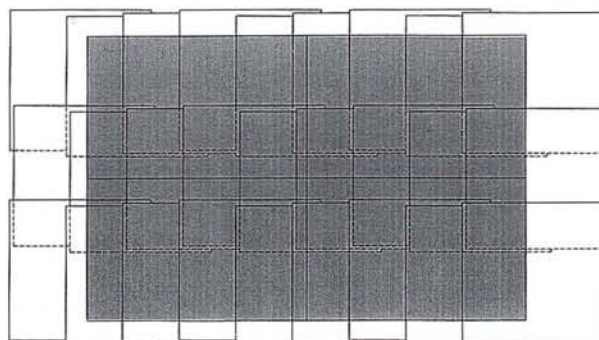
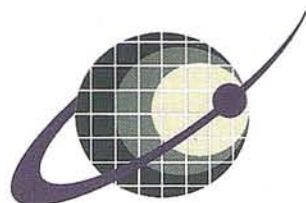
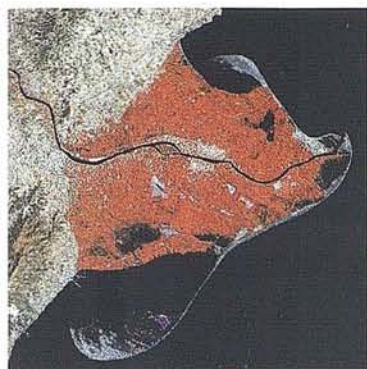
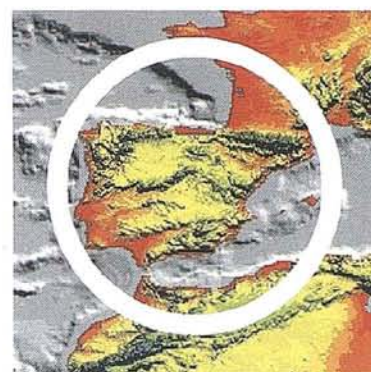


Figura 1. Distribución de fotos a escala 1/40.000 sobre una hoja del MTN 1/50.000



IBERSAT S.A.
PIONEROS EN ESPAÑA
EN TELEDETECCION



**NUESTROS
 SERVICIOS Y PRODUCTOS**

- AGRICULTURA
- MEDIO AMBIENTE
- ORDENACION DEL TERRITORIO.

- GEOLOGIA
- PROCESOS EROSIVOS
- EXPLORACIÓN MINERA.

- MODELOS DIGITALES DEL TERRENO.

- CALIDAD DE AGUAS LITORALES.

- CARTOGRAFIA TEMÁTICA
- INTEGRACIÓN GIS - DBMS.

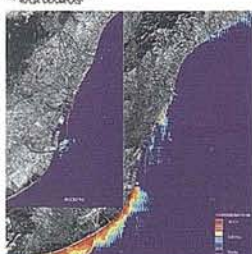
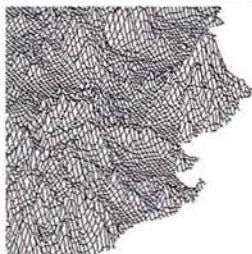
- SOFTWARE DE ULTIMA GENERACION PARA EL PROCESADO DIGITAL DE IMAGENES. Vrs. UNIX y PC.

- SISTEMA DE TRATAMIENTO DE IMAGENES Y CREACION DE MAPAS.

- IMAGENES DE SATELITE: LANDSAT, TIROS/NOAA, ERS, JERS, MOS, etc.

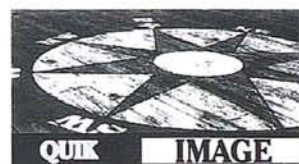
- IMAGENES RUSAS DE LAS LANZADERAS RESOURS F. (hasta 2 metros de resolución).

- QUICK LOOKS ON LINE VIA INTERNET

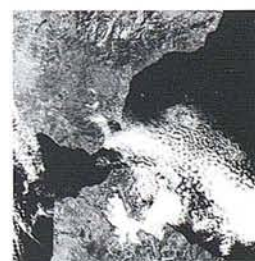


ER Mapper

Helping people manage the earth



Resours - F



1/40.000, con tres pasadas por hoja 1/50.000 (figura 1). La elección de esta escala de vuelo tendría el único inconveniente de que obligaría a realizar mosaicos de cuatro fotogramas para cada hoja 1/25.000.

Por otra parte, una gran ventaja de la utilización de un vuelo a escala 1/40.000 sería que permitiría la realización en paralelo de ortofotos a escala 1/10.000 (con 1 metro de resolución) de las zonas que se deseasen, por ejemplo de los cascos urbanos (ver figura 3). Además, esto se lograría con un trabajo adicional muy escaso, ya que se aprovecharía el vuelo, el apoyo de campo, la digitalización de los fotogramas y la aerotriangulación utilizados para la realización de las hojas a 1/25.000.

d) *Ritmo de cobertura:*

El ritmo de realización del vuelo debería ser el mismo que el de realización de las ortofotos. Lo ideal sería que cada año se volasen en la época más adecuada (final de la primavera o principios del verano), sólo las hojas de las que se fuesen a realizar las ortofotos en ese mismo año, para garantizar así la actualidad en el momento de la publicación.

Una forma lógica de dividir el territorio por grupos de hojas sería según ciertos límites administrativos, por ejemplo límites de Provincias, de modo que cada una de ellas se vuele y se ortoproyecte en un solo año.

e) *Financiación:*

Hay que considerar que para la producción y actualización del Mapa Topográfico Nacional 1/25.000 (MTN 25) que se realiza en el IGN, es necesario contar con un vuelo reciente a una escala adecuada. La única diferencia con el vuelo que se ha propuesto más arriba para la realización de ortofotos digitales es la necesidad de utilizar película diapositiva color. La diferencia de precio entre un vuelo en blanco y negro y otro en diapositiva color a la misma escala, es de 3 a 5 pts. por hectárea, lo cual supone un incremento del coste de 37.500 a 62.500 pts por hoja, en el caso de volar en color.

Se está estudiando la posibilidad de coordinar nuestro vuelo con otros organismos que tengan necesidad de vuelos con características similares, a fin de abaratar los costes del mismo.

3.2. Digitalización de los fotogramas

La digitalización de fotografías aéreas tiene ciertas particularidades que hacen que no se pueda utilizar cualquier scanner para esta tarea: El formato de 23 x 23 cm. y la gran resolución a que hay que escanear las fotos aéreas (de 1000 a 1500 dpi) descartan, a efectos prácticos, la utilización de los scanners de CCD de sobremesa que se suelen utilizar para aplicaciones gráficas generales. Otro problema es el de la precisión geométrica, sobre todo en el caso de que las fotos digitalizadas se utilicen no sólo para calcular las ortofotos, sino para aerotriangulación, cálculo del MDT, o restitución fotogramétrica de línea.

Nos quedan, pues, dos tipos de scanners que es posible utilizar:

- Los scanners de artes gráficas "profesionales", con detectores de tipo fotomultiplicador, en los que el original se monta sobre un tambor giratorio.
- Los scanners "fotogramétricos": scanners de CCDs especialmente adaptados para fotogrametría, que realizan varias pasadas de la matriz de detectores para cubrir todo el formato de la foto a la resolución deseada.

Los primeros tienen la ventaja de la mayor calidad cromática de la imagen de salida, a costa de menor precisión geométrica y mayor incomodidad en el manejo, por lo engorroso del montaje del original sobre el tambor. Su escasa precisión geométrica limita su posible utilización exclusivamente a la ortofoto. Los segundos tienen mayor precisión geométrica y comodidad de manejo, ya que al ser de mesa plana la colocación de los fotogramas a escanear es muy sencilla, pero la calidad cromática y sobre todo el "rango dinámico" de las densidades que es posible escanear sin llegar a la saturación de los detectores, es menor.

Un inconveniente de los scanners fotogramétricos es su elevado precio (de 10 a 25 Mpts), que los pone fuera del alcance de la mayor parte de gabinetes técnicos pequeños y medianos. Sin embargo, es posible subcontratar el servicio de escaneado, aplicando un buen control de calidad a los ficheros suministrados.

3.3. Apoyo de campo y aerotriangulación

En principio, no hay diferencias entre el apoyo y aerotriangulación de un vuelo fotogramétrico normal y uno específico para ortofotos. Últimamente se ha producido una revitalización de la investigación en estos campos, debido a dos prometedoras técnicas:

Apoyo GPS en vuelo

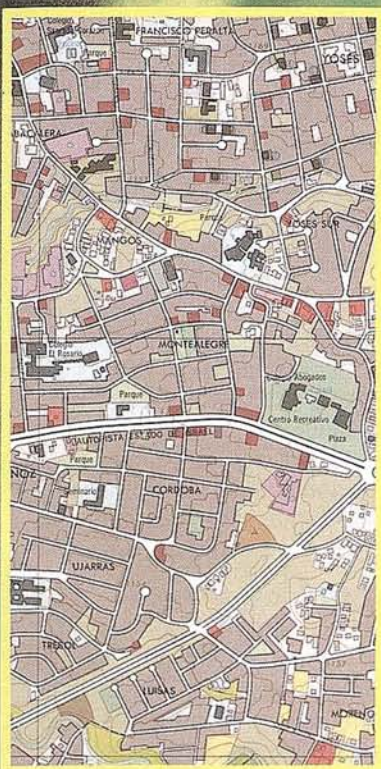
El objetivo que se busca es reducir el número de puntos de apoyo de campo (puntos con coordenadas terreno conocidas) necesarios: Se coloca en el avión un sistema de GPS conectado a la cámara aérea, que registra los datos necesarios para calcular la posición (X,Y,Z) de la cámara en el instante de cada toma. Posteriormente, se calculan dichas posiciones y se introducen en las ecuaciones de la aerotriangulación, con lo que el bloque queda más "robusto", pudiéndose prescindir de una gran parte de los puntos de apoyo: en condiciones normales, bastan cuatro puntos para apoyar un bloque, sin que importen las dimensiones (número de fotos) que tenga.

Esta técnica, aunque ha sido totalmente validada por los ensayos realizados en diversos centros de investigación, todavía no se ha empezado a imponer como rutina en los organismos cartográficos, que tienden a ser bastante conservadores en estos temas, pero sin duda esta aceptación no tardará mucho en producirse.

Aerotriangulación digital

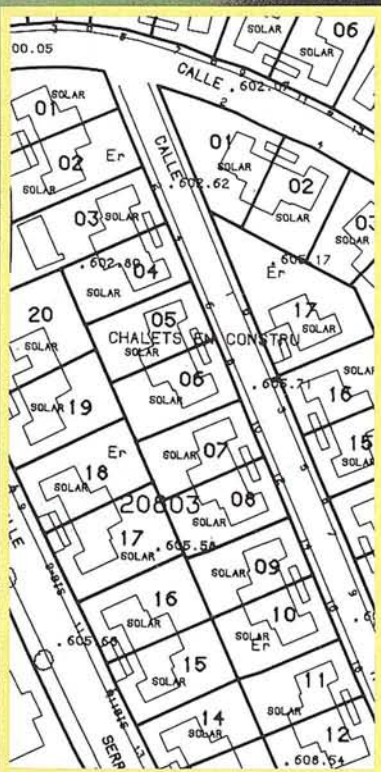
En cuanto a la aerotriangulación, como todos los fotogramas se escanean, se abre la posibilidad de realizarla mediante un proceso totalmente digital, que consiste en hacer la medida de coordenadas de los puntos de apoyo y de control menor directamente sobre las imágenes digitales, aplicando técnicas

LA PRECISION ES NUESTRO LEMA



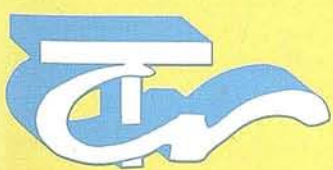
TOPOGRAFIA

CARTOGRAFIA DIGITAL



CATASTRO

DIGITALIZACION



Técnicas
Cartográficas
Reunidas

López de Hoyos, 78 Dpdo.
Tel.: 562 19 23
Fax.: 562 23 03
28008 MADRID

de correlación automática. Esto permite una mayor automatización del proceso, así como una gran flexibilidad e interactividad en la depuración y corrección de errores. Esta técnica, que se ha venido perfeccionando en los últimos años, en paralelo con el desarrollo de las estaciones fotogramétricas digitales, ha empezado a ser plenamente operativa desde hace muy poco tiempo, principalmente debido al aumento exponencial en la capacidad de los discos duros y la bajada paralela de precios de los mismos. (Piénsese que un bloque de aerotriangulación puede fácilmente ocupar de 50 a 100 GBytes de espacio en disco; sin embargo hoy en día un disco de 9 GBytes cuesta tan solo unas 250.000 pts, y uno de 23 GB, unas 700.000 pts, por lo cual con una inversión de unos dos millones de pesetas se resuelve perfectamente el problema del almacenamiento).

Según todos los estudios teóricos y prácticos realizados hasta la fecha, este procedimiento proporciona unas precisiones al menos iguales al método analógico convencional (de marcado y medida de coordenadas en restituidor analítico) y al mismo tiempo agiliza y facilita mucho el proceso, lo cual permitirá en teoría el abaratamiento del mismo.

3.4. Cálculo y depuración del Modelo Digital del Terreno

Si no se dispone de un modelo digital del terreno con las características adecuadas en cuanto a densidad, precisión altimétrica y calidad, es necesario medirlo a partir del vuelo que vayamos a emplear, o bien calcularlo por interpolación a partir de cartografía ya existente y a escala adecuada de la zona. En este último caso, es casi imprescindible que la cartografía exista en formato digital, ya que si no fuese así, el trabajo de la digitalización de las curvas de nivel podría ser incluso superior al de levantamiento fotogramétrico del MDT a partir del vuelo nuevo.

La precisión necesaria para el MDT puede calcularse fácilmente a partir de la altura de vuelo y la escala de la ortofoto, para que los desplazamientos planimétricos en la misma sean aceptables a la escala de edición final.

En el caso de las ortofotos a 1/25.000, el Modelo Digital del Terreno (MDT) necesario sería de unos 20 ó 25 m de paso de malla, y de unos 2 ó 3 metros de precisión altimétrica. Estas características corresponden aproximadamente con las del MDT 25 que se está calculando en la Subdirección de Geomática y Teledetección del IGN como derivación del MTN 25 digital.

Sin embargo, antes de utilizar el MDT 25 habría que comprobar primero que no hay discrepancias posicionales entre el vuelo antiguo que se usó para el MTN 25 y el vuelo nuevo que se va a usar para las ortofotos, ya que un pequeño desplazamiento (debido a cambios en el cálculo y compensación de la red geodésica, por ejemplo) podría introducir errores geométricos inaceptables en toda la ortofoto. Por otra parte, hay que revisar y corregir todas las variaciones del terreno (sobre todo las grandes obras públicas - autopistas, ferrocarriles, ... -) que hayan modificado significativamente las cotas del terreno. En efecto, si no se corrigen estos errores, los elementos lineales pueden verse deformados en la ortofoto de una forma totalmente inaceptable.

Para el levantamiento de modelos digitales del terreno a partir de un vuelo fotogramétrico, está empezando a resultar muy interesante la utilización de técnicas de correlación automática de imágenes digitales, especialmente en el caso de que ya se disponga de las fotos en formato digital, como es el caso cuando se va a realizar la ortoproyección digital posteriormente. Los programas de correlación automática y de depuración interactiva de los MDTs resultantes está alcanzando unos grados de perfeccionamiento que, junto con la mayor potencia del hardware disponible para ejecutarlos, hacen que en estos momentos sean una opción muy interesante frente a la tediosa tarea manual del levantamiento fotogramétrico convencional. (ver Arozarena y otros, 1992).

3.5. Realización de las ortofotos

a) Ortoproyección:

Una vez que tenemos las fotos digitalizadas, los datos de orientación de cada fotograma procedentes del proceso de aerotriangulación y el MDT depurado, si se dispone del software adecuado simplemente hay que lanzar un proceso de cálculo totalmente automático, y con los ordenadores modernos en muy pocos minutos se obtiene la ortofoto de un fotograma dado.

El proceso de cálculo es muy similar al de corrección geométrica de las imágenes de satélite: se va "rellenando" la imagen corregida, pixel a pixel, según el esquema de la figura 2, recorriendo el espacio (X, Y) de la imagen de salida, y buscando para cada punto la cota correspondiente en el MDT. El programa determina la recta que une ese punto en el terreno con el centro proyectivo de la foto, y la intersección de esta recta con el plano focal. Se busca el valor radiométrico de ese punto en el fichero de la foto escaneada, aplicando el proceso habitual de interpolación radiométrica (bilineal o bicúbica, habitualmente) y ese valor se asigna a la posición que estamos considerando en la ortofoto.

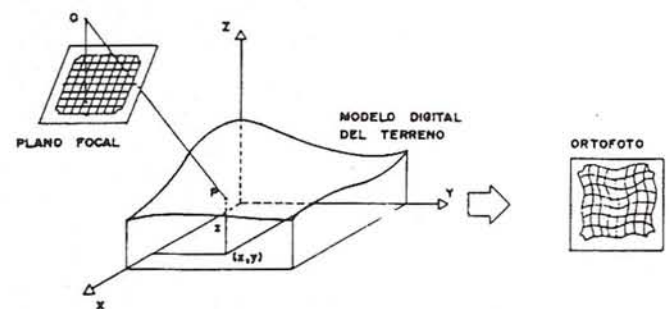


Figura 2. Esquema del cálculo de una ortofoto digital.

Hay muchos paquetes de programas que permiten la realización de ortofotos digitales en el mercado. Estos programas reciben como entrada los diversos elementos que acabamos de citar y producen como salida un fichero que contiene la ortofoto digital.

b) Mosaico:

El mosaico de las ortofotos es mucho más problemático que en el caso de las imágenes de satélite, ya que debido a la gran apertura de campo y a las características ópticas del objetivo, se producen varios fenómenos que modifican la radiometría de los



**AHORA TAMBIÉN CON COORDENADAS DE LOS C.D.P.
LA ESTABILIDAD DE LA IMAGEN SE TRADUCE EN PRECISIÓN
PARA SUS LEVANTAMIENTOS FOTOGRAMÉTRICOS**



Avda. de América, 47 - 28002 MADRID
Tel. (91) 413 57 41 - Fax (91) 519 25 40



Figura 3. Ortofoto digital a escala 1/10.000 sobre Málaga.

pixels en función del ángulo respecto al eje óptico ("vignetting" y disminución de la luminosidad en el objetivo, diferencias de camino óptico en la atmósfera, cambios de la reflectancia del terreno según la dirección de toma, etc.).

Todo esto hace que no se puedan equilibrar las radiometrías de las distintas fotos con un simple ajuste de histogramas mediante una transformación lineal. En lugar de ello, es necesario aplicar un algoritmo de "homogeneización" de la radiometría de cada foto antes de mosaicarlas (Villa, 1987). La ausencia de estos procesos es precisamente uno de los puntos débiles de los paquetes de realización de ortofotos digitales del mercado.

Si se trata de ortofotos en color, las dificultades de la homogeneización radiométrica se acrecientan considerablemente. Se han desarrollado, sin embargo, soluciones a este problema, aunque por ahora no se encuentran implementadas en paquetes comerciales.

- También hay que tener cuidado con la coincidencia geométrica entre las distintas fotos en las zonas de unión, que puede ser problemática en las zonas en que los rayos perspectivos corten muy oblicuamente al terreno, ya que un pequeño error en la altitud de esos puntos se traduce en grandes desplazamientos planimétricos de los mismos.

Como vemos, los mosaicos de ortofotos aéreas no son sencillos de realizar, y por ello conviene evitarlos en la medida de lo posible. Lo ideal es realizar el vuelo de tal manera que las hojas se obtengan por corte directo de un solo fotograma. Sin embargo, si esto no es posible, con las técnicas modernas de tratamiento digital de imágenes, y mediante la realización de algunos desarrollos al efecto, no se trata de un problema insalvable, como lo demuestran las pruebas realizadas en el IGN.

c) Realce visual

Las técnicas de retoque fotográfico digital, igual que todos los demás aspectos del proceso digital de imágenes, han avanzado mucho en los últimos años, impulsadas por una gran demanda por parte del mercado de artes gráficas profesional. Existen en el mercado paquetes de programas que permiten

realizar realces visuales de las imágenes de gran calidad, sin muchos problemas.

d) Adición de elementos cartográficos

Para aumentar la utilidad de la imagen y facilitar su interpretación se suelen incluir elementos tales como: rotulación (toponimia), líneas límite, puntos acotados, etc. Alguna vez se incluyen curvas de nivel, pero suelen empastar demasiado la imagen. En general hay que tener cuidado con estos elementos, porque si son excesivos o no está bien estudiados pueden dificultar notablemente la visualización de la imagen.

Alrededor de la imagen se suele disponer información complementaria, como: nombre de la hoja, escala, centro que la ha procesado y características de las imágenes empleadas. Si se trata de una tirada de muchos ejemplares (en offset) se suelen añadir además un mapa de situación, esquema de las hojas, portada, escala gráfica, descripción de la proyección cartográfica, método de realización, etc.

e) Salida analógica de la ortofoto

Existen tres formas de salida sobre papel de una ortofoto digital, cada una con unas características distintas en cuanto a costes unitarios, calidad de imagen, etc.:

- Filmadoras de tono continuo: Son equipos que insolan una película fotográfica (diapositiva o negativa) en tono continuo a partir de la imagen digital. Los precios son variadísimos: desde menos de 1 Mpts hasta más de 30 Mpts y dependen del tamaño de la película, la precisión geométrica, la resolución, la calidad de imagen, la velocidad, etc. La película se suele ampliar después por medios fotográficos normales, para llegar a la escala deseada. Este tipo de salida puede ser interesante para tiradas cortas.
- Impresoras color: En este campo se están produciendo constantemente grandes progresos, presentándose continuamente novedades de las distintas tecnologías: chorro de tinta, sublimación, láser color, tinta sólida, etc. Existen ahora mismo en el mercado impresoras de gran formato, gran calidad de imagen, alta velocidad, bajo coste de adquisición y bajo precio por copia. El único y grave problema es que no existe ninguna que cumpla todas estas condiciones simultáneamente, y en la elección del equipo hay que realizar siempre un compromiso: obtener algunas de estas características, a cambio de que las otras no sean favorables.
- Impresión en offset: Para ello se utilizan los llamados "plotters de artes gráficas", equipos que insolan una película tramada, llamada "fotolito", a partir de la imagen digital. Con esta película se realizan posteriormente las planchas litográficas, que se llevan a una máquina de impresión offset. Previamente a la insolución de los fotolitos hay que proceder a la llamada "separación de colores", que es el paso de los tres colores básicos de la síntesis aditiva (rojo, verde, azul) a los tres colores básicos de la síntesis sustractiva (amarillo, magenta, cian). Generalmente, se hace la separación en cuatro colores, añadiendo el negro, ya que la calidad de la impresión en cuatricromía es muy superior a la de tricromía (últimamente se está empezando a popularizar

SI ERES UN PROFESIONAL DE LA TOPOGRAFIA Y NO ENCUENTRAS UN PROGRAMA QUE REALMENTE FACILITE TU TRABAJO

Autodesk
RAD- Desarrollador Registrado

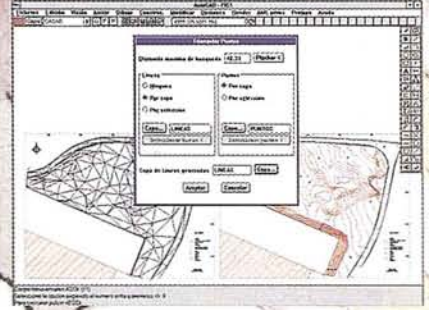
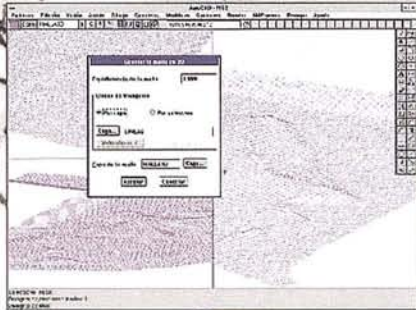
ProTopo®
versión 3.0

MICROSOFT
WINDOWS
COMPATIBLE

ES LO QUE ANDABAS BUSCANDO

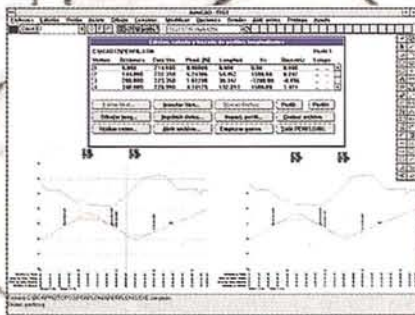
ES UN PROGRAMA:

- Profesional
- Rentable
- Cómodo
- Flexible
- Fiable

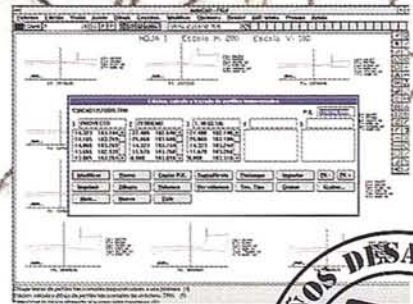


CARACTERÍSTICAS:

- COMPATIBLE CON TODO TIPO DE APARATOS TOPOGRÁFICOS.
- POLIGONALES O ITINERARIOS.
- RADIACIÓN.
- EDITOR DE COORDENADAS.
- TRIANGULACIÓN Y CURVADO.
- PERFILES LONGITUDINALES.
- PERFILES TRANSVERSALES.
- CÁLCULO DE VOLÚMENES Y SUPERFICIES.
- ENLACES CON PROGRAMAS DE PRESUPUESTOS, MEDICIONES Y CERTIFICACIONES.
- ENLACES CON PROGRAMAS DE CARRETERAS.
- ENLACES CON PROGRAMAS TIPO 3D STUDIO, AUTOVISIÓN, ETC.



SOFTWARE TÉCNICO
para empresas y profesionales de la topografía integrado en AUTOCAD para MSDOS y WINDOWS



Deseo recibir información detallada sobre sus productos.

Nombre Empresa

Dirección Localidad Provincia

C.P. Teléfonos Fax

microgesa

C/ Jacometrezo, 15, 2º C. 28013 MADRID
TELF.: (91) 542 24 71 - 541 58 82. FAX: (91) 547 14 57

incluso la impresión en seis colores o hexacromía). Esta técnica se utiliza para tiradas de muchos ejemplares. Los gabinetes pequeños no suelen disponer de estos plotters por su elevado precio, y se suele encargar la realización de los fotolitos a empresas especializadas.

En el caso de reproducción offset, los elementos de línea y los textos no se integran como parte de la imagen digital, ya que ésta se reproduce mediante tramado, cosa que es inadecuada para dichos elementos. En vez de ello, se insolan sobre la película sin tramar, a alta resolución (12.5 micras o menos). Para diseñarlos se puede usar cualquier programa de CAD (Autocad, Microstation, etc.) o de composición de páginas (Quark-Xpress, etc.)

Control del color de las salidas impresas:

Un tema que está recibiendo mucha atención últimamente es el control del color a lo largo de las distintas fases del proceso, desde la entrada de la imagen hasta la salida sobre papel. En efecto: los colores que se ven en la pantalla del monitor son muy distintos de los que salen al hacer una prueba con una impresora o filmadora, y también de los que se obtienen al hacer la separación de colores e imprimir en offset. Toda la industria de artes gráficas está tratando ahora mismo de adoptar un sistema de calibración del color que asegure la consistencia a lo largo de todo el proceso. Existen programas de control del color de Apple, Kodak, Sun, Tektronix, Agfa, y otros. En el futuro, el control del color formará parte integral de los sistemas operativos de los ordenadores.

Relación entre la resolución y la escala de edición:

Según experiencia generalizada, la resolución mínima de una imagen sobre papel para que no se aprecie el pixel a simple vista, es de alrededor de 10 pixels por milímetro (es decir, 0.1 mm. = 100 micras por pixel), o 254 pixels por pulgada, pudiéndose llegar hasta 12 ó 14 pixels/mm. Una resolución mayor es difícil de aprovechar si se observa a ojo desnudo y, además, si la imagen se va a reproducir mediante tramado e impresión offset, el propio punto de la trama pone un límite a la resolución del documento final. Una resolución menor es tolerable (hasta aproximadamente 4 pixels por milímetro), aunque observada a distancia normal, constituye en cierto modo un "desperdicio de papel". Por debajo de los 4 pixels por milímetro, la observación de la imagen empieza a resultar desagradable.

3.6. Productos derivados

a) Perspectivas:

Una vez que se tiene la ortofoto digital y el modelo digital del terreno, resulta posible "proyectar" los pixels de la imagen, uno a uno, desde un punto de vista cualquiera sobre un "plano del cuadro" elegido por nosotros (Ver figura 4).

b) Animaciones:

Si se van calculando sucesivamente perspectivas desde los distintos puntos de vista de una trayectoria predefinida, y se van almacenando en un dispositivo adecuado, se pueden visualizar en diferido, creando la ilusión de "sobrevolar" el terreno. En la actualidad, con estaciones de trabajo de alta



Figura 4. Perspectiva realizada a partir de la ortofoto de la figura 3.

velocidad y mediante algoritmos muy optimizados, es posible incluso el cálculo de las perspectivas "en tiempo real", y por tanto el sobrevuelo interactivo de una ortofoto.

c) Estereopares sintéticos:

Uno de inconvenientes de las ortofotos respecto a las fotos aéreas convencionales es el no disponer de la posibilidad de visión estereoscópica. Como sabe perfectamente cualquiera que haya tenido ocasión de ver un par de fotos aéreas con un estereoscopio, la percepción del relieve es muy útil para una correcta comprensión lo que se está viendo. A partir de la ortofoto y del modelo digital del terreno y mediante un algoritmo muy sencillo (introducir en cada pixel un desplazamiento horizontal proporcional a la altura del punto sobre la cota mínima), se puede generar, a partir de una ortofoto digital, otra imagen que constituye el estereopar de la original. Este par estereoscópico o "estereograma" se puede visualizar de varias formas:

- Si ambas imágenes se sacan a papel o película con cualquier dispositivo de hardcopy o filmadora, se pueden observar con un simple estereoscopio de espejos o de bolsillo, como cualquier foto aérea. Conociendo una técnica especial muy sencilla y con un poco de práctica, se puede ver el relieve sin necesidad de estereoscopio, a ojo desnudo.
- Si son imágenes en blanco y negro se pueden combinar las dos, superponiéndolas en colores rojo y cian, sacar esta imagen a papel y visualizarla con unas gafas con cristales de los mismos colores (método de anaglifos). Esto mismo se puede hacer con diapositivas para proyectar en una pantalla. El inconveniente es que no sirve para imágenes en color, y además la calidad de imagen no es demasiado buena.

Sin necesidad de sacarlas a papel, sobre el propio monitor del sistema de tratamiento de imágenes, se puede ver el relieve de varias formas:

- Con el método de anaglifos (para imágenes en blanco y negro).
- Presentando ambas imágenes simultáneamente en la pantalla (split screen), con estereoscopio o sin él (conociendo la técnica adecuada).



Figura 5. Equipos de realización de ortofotos digitales en el Área de Teledetección del IGN.

- Con hardware especial para la visualización estereoscópica (por ejemplo, gafas con obturadores gobernados por infrarrojos, etc.) que se está popularizando cada vez más en las estaciones fotogramétricas, realidad virtual e incluso para juegos por ordenador.

d) Realidad Virtual:

Si aplicamos esto mismo a una secuencia de animación que puede incluso ser interactiva tendremos una especie de "realidad virtual", pero en este caso de un paisaje real. Es decir, podremos realizar "paseos virtuales" sobrevolando paisajes de los cuales hayamos generado previamente las ortofotos y tengamos, naturalmente, el modelo digital del terreno.

También podrían realizarse las ortofotos a partir de fotos aéreas antiguas, con lo que podríamos sobrevolar "el pasado" de un territorio y, en cada momento, ir cambiando del pasado (o de sucesivas fechas que tengamos calculadas) al presente (o al futuro, si mediante técnicas de síntesis de imágenes se añaden el paisaje actual las modificaciones previstas -obras de ingeniería, repoblaciones forestales, etc.-).

4. REPRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN EN FORMA DIGITAL

Una de las grandes ventajas de las ortofotos digitales es la posibilidad de distribuirlas en forma digital, lo cual tiene dos aspectos:

- Aumenta mucho la utilidad del producto para el usuario, ya que puede utilizarlo para integrarlo en entornos SIG o CAD, junto con otros productos cartográficos vectoriales (mapas de línea) o ráster (imágenes de satélite, SIG ráster, ...)
- Disminuye los costes de reproducción, que en el caso de las hojas analógicas puede resultar muy elevado si se trata de hojas de poca demanda (áreas no muy importantes, etc.). En estas áreas, la realización de una tirada offset quizá no estuviese justificada, por lo que habrá que prever un servicio de impresión de calidad "a la demanda", en las impresoras de gran formato adecuadas.

Hay que tener en cuenta que las imágenes digitales ocupan enormes cantidades de espacio en disco (una sola hoja en

color a escala 1/25.000 ocupa unos 85 MB, y una hoja 1/10.000 unos 125 MB). Estos enormes tamaños han sido tradicionalmente un obstáculo para que el gran público pudiese utilizar este tipo de imágenes. Sin embargo, el desarrollo exponencial de la informática hace que estas limitaciones sean cada día menores. Hoy en día, con una inversión mínima, cualquier usuario está perfectamente preparado para trabajar con este tipo de imágenes.

Por ejemplo la aparición de los CD ROM grabables hace que se puedan almacenar 650 MBytes por menos de 1.000 pts. En un CD ROM se puede meter por tanto, unas 5 hojas 1/10.000 ó 7 1/25.000. Sin embargo, las imágenes se pueden someter previamente a un proceso de compresión (JPEG u otros), en el cual se puede reducir su tamaño incluso a una décima parte del original con una pérdida mínima de calidad, con lo cual caben unas 50 hojas 1/10.000 ó 70 hojas 1/25.000 en cada disco.

5. EL FUTURO DE LAS ORTOFOTOS

Dando por supuesto que continúan los avances técnicos al mismo ritmo acelerado de hoy en día, las limitaciones actuales parecerán ridículas y se abrirán nuevas posibilidades para la utilización de este tipo de datos que ahora empezamos solamente a vislumbrar. Algunos de los avances que se prevén en un futuro próximo son:

5.1. Almacenamiento de imágenes

Está empezando a salir el mercado los primeros lectores de discos ópticos de alta densidad (DVD), que alcanzan los 4,7 GB de capacidad (con un precio similar al de los actuales CD ROM), y por tanto cabrán en cada disco 38 hojas 1/10.000 ó 56 1/25.000 sin comprimir o 380 y 560 comprimidas a 1:10. En el plazo de pocos años, se espera que se alcancen con las nuevas versiones de DVD hasta los 17 GB, lo cual nos permitiría introducir en un solo disco 139 hojas 1/10.000 ó 204 1/25.000 sin comprimir ó 1.390 y 2.040 comprimidas. Por tanto, las aproximadamente 16.000 hojas 1/10.000 de España, cabrían en tan solo 12 discos ópticos, y las 4.400 hojas 1/25.000, en 2 ó 3 discos, que podrían costar unas 1.000 pts cada uno.

5.2. Gestión de la información

Se está empezando a hablar de "Bases de Datos de Imágenes", de la misma forma que estamos ya acostumbrados a las Bases de Datos alfanuméricas, o geográficas (SIG).

5.3. Acceso a las imágenes

Se han implantado ya en el campo de la teledetección las primeras páginas Web y BBS que permiten la consulta "on-line" de los catálogos de imágenes, vía Internet. Se pueden elegir las escenas que nos interesan, e incluso "bajar" resúmenes de las mismas ("quick-looks"). Con un modem rápido (RDSI de 128 Kb/s de velocidad, u otros), se podría incluso transmitir la imagen de una hoja 1/25.000 comprimida en unos 9 minutos. En el futuro es seguro que estas velocidades crecerán exponencialmente, con lo cual la adquisición y envío de las imágenes "on line" será perfectamente posible, o inclu-

so la utilización on-line (paseos virtuales, etc.), mediante una página Web con el lenguaje VRML (Virtual Reality Markup Language) ó similar.

5.4. Fuentes de datos

La resolución de las imágenes de los satélites civiles de teledetección ha estado limitada hasta hace poco debido al acceso exclusivo de los Estados Unidos y la URSS a esta tecnología, y a las severas limitaciones de este tipo de información durante la guerra fría. El final de la misma ha hecho que se liberalice casi totalmente este campo, con lo que surge ahora la posibilidad de fabricar satélites y vender imágenes de alta resolución, por primera vez aptas para ser utilizadas con fines cartográficos a escala 1/25.000, y por supuesto también para realizar ortofotos (o más bien "ortoimágenes") de alta resolución a escalas de hasta 1/10.000.

No es previsible que estas imágenes sustituyan a las fotografías aéreas convencionales, pero sí que sean una alternativa cuando las condiciones del proyecto así lo demanden. Por ejemplo: levantamientos a escalas menores del 1/25.000 u ortofotos a escalas menores o iguales a 1/10.000 en zonas difíciles o imposibles de fotografiar desde el aire (zonas en guerra, territorios de otros países sobre los que no tenemos permiso de volar, zonas a las que es imposible desplazar un avión fotogramétrico o realizar los trabajos de apoyo de campo por motivos logísticos o económicos). Otro factor que influirá en su aceptación, será el del coste y disponibilidad de las imágenes, que en principio debería ser más favorable, al menos a medio plazo, a las imágenes de satélite.

Antes del año 2000 está previsto que estén operativos varios satélites de este tipo con sensores de tipo "pushbroom" de hasta 0.8 metros de resolución en modo pancromático y 4 m en modo multispectral: "QuickBird" de Earth Watch, OrbView 1 de Orbital Sciences, Space Imaging, CRSS, IRS-P6, y otros (Fritz, 1996).

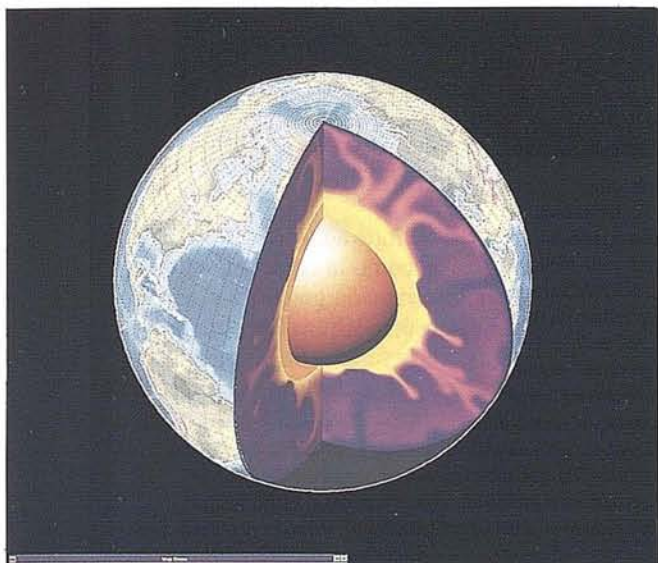
En cuanto a la fotografía aérea, es previsible que a plazo medio empiecen a emplearse cada vez más cámaras digitales, con sensores de CCD, en sustitución de las actuales analógicas y la película fotográfica.

Bibliografía

1. A. Arozarena, J. Ardizzone, J. Delgado, G. Villa, P. Vivas; "Obtención de Modelos Digitales del Terreno por correlación automática de imágenes"; Mapping nº 18, Noviembre 1992.
2. G. Villa; "Ajuste radiométrico de fotos aéreas b&n digitalizadas para la realización de mosaicos de ortofotos". Memoria de DESS. Université Paris VI. 1988.
3. L.W.Fritz; "Commercial Earth Observation Satellites", en International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing Volume XXXI, Part B4, XVIII Congreso International Society for Photogrammetry and Remote Sensing; Viena, 1996.
4. American Society of Photogrammetry and Remote Sensing; "Manual of Digital Photogrammetry".

TELEDETECCIÓN HIPERESPECTRAL

PUNTO DE ENCUENTRO PARA EL MUNDO DE LA TELEDETECCION Y DEL TRATAMIENTO DE IMAGEN DIGITAL



Animados por el éxito de la pasada edición en el 96, Estudio Atlas se pone en marcha para organizar una nueva REUNIÓN DE USUARIOS de IDL y ENVI, que se realizará el próximo 13 y 14 de Junio, en las oficinas de Estudio Atlas, situadas en el bello entorno del Parque Tecnológico de Alava.

Siguiendo la filosofía de la edición anterior, nuestro objetivo es que la reunión se convierta en un foro en el que los usuarios se conozcan y compartan sus experiencias. Con tal propósito se realizará un ciclo de unas 25 ponencias en las que los usuarios podrán exponer los resultados de su trabajo y el papel que IDL y ENVI juegan en él. El plazo de presentación de los proyectos que deseen ser expuestos finaliza el 15 de Mayo, y desde Estudio Atlas animamos a todos aquellos usuarios de IDL y ENVI a que se sumen a la convocatoria.

La reunión contará este año con la presencia del Dr. Fred A. Kruse, uno de los investigadores que más experiencia tienen en Teledetección Hiperespectral. Durante su dilatada carrera en el campo de la teledetección, Fred A. Kruse ha participado en gran número de proyectos llevados a cabo por los más importantes centros de investigación de Estados Unidos (NASA [1][2][3], U.S Geological Survey [4][5], ...etc), siendo miembro de diversos organismos dedicados al estudio de dicho campo [7][8][9]. En 1992 fue co-fundador de la empresa Better Solution Consulting (BSC), colaborando activamente en el diseño del programa de teledetección ENVI.

Durante la reunión de usuarios, el Dr. Fred A. Kruse realizará una ponencia y un cursillo sobre Metodología de trabajo en el campo hiperespectral y prácticas con el programa ENVI. Además, estará a disposición de todos aquellos que deseen realizar alguna consulta.

En Estudio Atlas estamos convencidos de que el esfuerzo realizado para traer al Dr. Fred A. Kruse, desde Estados Unidos, se verá compensado por el gran interés que su visita va a despertar en el mundo de la Teledetección.

Para mayor información consulte la página WEB de ESTUDIO ATLAS, cuya dirección es <http://www.sarenet.es/atlas>, o poniéndose en contacto con nosotros: teléfono 945-298080 o e-mail: montse@sarenet.es.

- [1] Kruse, F.A., (Investigador principal), 1989-1995, Comparative lithological mapping using multipolarization, multifrequency imagin radar and multispectral optical remote sensing: NASA-JPL.
- [2] Kruse, F.A., (Investigador principal), 1989-1993, Artificial Intelligence for Geologic Mapping with Imaging Spectrometers: NASA.
- [3] Kruse, F.A., (Investigador principal), 1987-1989, Evaluation of Airborne Visible-Infrared Imaging Spectrometer for mapping subtle lithological variation: NASA.
- [4] Kruse, F.A., (Investigador principal), 1992-1993, Prototyping EOS integrated data analysis techniques using AVIRIS and AIRSAR data: EROS Data Center, U.S. Geological Survey.
- [5] Kruse, F.A. (Investigador principal), 1991-1992, Prototyping HIRIS analysis techniques using AVIRIS data: EROS Data Center, U.S Geological Survey.
- [7] Energy and Mineral Application Research Center (EMARC), Univ. Colorado.
- [8] Shuttle Imaging Radar-C (SIR-C/X-SAR) Science Team.
- [9] Cooperative Institute for Research in Environmental Science.

SERVICIOS TÉCNICOS



VENTA Y ALQUILER



GRUPO ATLAS

EN EL NORTE, EL SERVICIO EN TOPOGRAFÍA SE LLAMA **GORBEA**



VENTA Y ALQUILER DE MATERIAL TOPOGRÁFICO.

SERVICIO TÉCNICO Y MANTENIMIENTO



SOFTWARE TOPOGRÁFICO

- SDR VARIN
- ISOGRAF
- MODU-ARQ

LOCALIZACIÓN AUTOMÁTICA DE VEHÍCULOS



SOFTWARE ≡ VISION

IDL LENGUAJE DE DATOS INTERACTIVO

ENVI ENTORNO PARA VISUALIZACIÓN DE IMÁGENES



GIS

- ARC/INFO
- ARCVIEW



El Grupo Atlas, a través de los años de experiencia ha seleccionado los mejores productos cartográficos del mundo, llegando a acuerdos de comercialización y/o distribución con las siguientes empresas:

Research System Inc (RSI - Colorado U.S.A.)
 Isidoro Sánchez S.A. (ISSA)
 ESRI - España
 ADR Ingeniería

PARQUE TECNOLÓGICO DE ALAVA
 C/ Tecnológico II, 40, bajo - 01510 Miñano Mayor (Alava)
 Tel.: (945) 29 80 85 - Fax: (945) 29 80 84

SERVICIOS TÉCNICOS



VENTA Y ALQUILER

101

Autodesk participa en EXPOGEOMÁTICA

La Feria Española de Sistemas de Información Geográfica

Autodesk participará en la feria EXPOGEOMÁTICA en compañía de sus socios **Earth Resource Mapping**, sobre sistemas de información geográfica (GIS), que tendrá lugar entre los días 3 y 5 de Junio en el Hotel Melià Castilla en la ciudad de Madrid. Autodesk asiste a este evento para presentar sus novedades y productos de la línea GIS en compañía de la empresa **Earth Resource Mapping**, creadores del programa integrado de cartografía **ER Mapper**, además de **TRAGSATEC**, socio tecnológico y comercial de ambas empresas y de los desarrolladores **IDIX**, **INFOGRAPH**, **MICROGESA**, **SISTEMAS CAD** y **TERATEC**, empresas con aplicaciones sectoriales para el GIS.

Autodesk presentará los nuevos productos para el sector del GIS, **AutoCAD Map** en su nueva versión 2.0, solución para crear y mantener información cartográfica en un entorno de CAD; **Autodesk World**, el programa GIS de Autodesk y **AutoCAD Mapguide**, el primer software que permite publicar y distribuir mapas y contenido cartográfico a través de Intranet e Internet.

Autodesk y **Earth Resource Mapping** ya habían firmado a principios de año un acuerdo con el objetivo de crear futuros productos orientados a distintas aplicaciones del GIS, y compartir recursos de *marketing* y canales de distribución de ventas para proporcionar soluciones completas de cartografía y GIS. Cabe señalar que el programa **ER Mapper**, de **Earth Resource Mapping** es el programa más utilizado en el mundo para el tratamiento de imágenes en cartografía.

El público y los especialistas que asistan al stand de Autodesk en EXPOGEOMÁTICA podrán ver presentaciones y demostraciones conjuntas de las soluciones de Autodesk y **Earth Resource Mapping**. Por su parte, **TRAGSATEC** presentará por primera vez en España la integración de ambas tecnologías. La asociación de estrategias entre Autodesk y **Earth Resource Mapping** ha permitido que tanto los usuarios de información GIS como los de imágenes tengan una solución integrada, dando por concluida la batalla que obligaba a los paquetes GIS a manipular imágenes o a los programas de procesamiento de imágenes a incorporar funciones GIS.

Autodesk lanza Autodesk Word -Toda la potencia de GIS en el PC-

Autodesk ha anunciado **Autodesk World**, un innovador programa de GIS que resuelve el problema de la integración de los datos relativos a la información geográfica y transforma estos sistemas en una herramienta más accesible para empresas y organizaciones. **Autodesk World**, un producto con certificación Microsoft Office 97, integra las tecnologías de CAD, GIS y bases de datos en un mismo entorno abierto bajo Windows NT y 95.

Autodesk rompe las barreras de la integración de información geográfica

Autodesk World permite a los usuarios realizar las tradicionales tareas de GIS, como la creación, edición, análisis y presentación de la información geográfica, por medio de un potente interfaz Microsoft Office. Este programa, diseñado como piedra angular de la familia de productos de cartografía GIS de Autodesk, dota a los usuarios con una robusta tecnología GIS, tanto a la hora de crear simples mapas temáticos, como al analizar muchos gigabytes de datos espaciales. **Autodesk World** puede ser utilizado por cualquier empresa cuya actividad esté relacionada con datos espaciales, como la gestión de infraestructuras, telecomunicaciones, instituciones públicas (municipios, ayuntamientos), recursos naturales, petróleo y gas, y transporte, así como otras actividades comerciales. El programa resuelve el problema de las inversiones realizadas por dichas organizaciones en tecnología GIS, que ahora son incapaces de compartir entre sus distintos departamentos.

Si bien la potencia del análisis y presentación GIS ha sido utilizada para perfeccionar dichas actividades, son pocas las empresas que se han podido beneficiar de ello. Ello se debe a que las soluciones hasta ahora disponibles implicaban grandes gastos en estaciones de trabajo UNIX, o en aplicaciones PC demasiado complejas y grandes para los entornos Microsoft actuales. **Autodesk World** ha sido específicamente diseñado para ordenadores de sobremesa basados en Windows, lo que lo convierte en una solución abierta, rápida y barata. Son muchas las organizaciones que han estandarizado sus sistemas operativos en torno a Microsoft. **Autodesk World** saca partido de las herramientas de este entorno, como los enlaces e incrustaciones, la automatización OLE, las convenciones estándar de interfaz y los entornos de desarrollo.

El programa de socios Geodyssey

Autodesk ha anunciado la puesta en marcha del programa de socios GIS **Geodyssey Partner Program**, dirigido a acercar las aplicaciones GIS a varios mercados verticales. Este programa ofrece soporte técnico de *marketing* y de ventas a los socios GIS de Autodesk para llegar más efectivamente a sus usuarios. Autodesk se ha venido centrando en el desarrollo de plataformas abiertas de *software* que permitan que los usuarios GIS obtengan los máximos beneficios. Entre los ejemplos más recientes de creadores de **ER Mapper**. Los socios de **Geodyssey** podrán disfrutar de todas las ventajas que supone el trabajar con una de las mayores compañías de *software* del mundo, como el soporte técnico, el *software* de evaluación, la formación, la participación en conferencias y eventos especiales, y el soporte de ventas.

GENASYS II SPAIN, S.A.

Genasys II, S.A. es una compañía de software innovadora, especializada en el diseño, desarrollo y mantenimiento de soluciones integradas de Sistemas de Información Geográfica (GIS), que desarrolla soluciones a todos los niveles de gobierno, gestión y planificación de recursos, disponibles en una amplia variedad de plataformas de hardware UNIX y Windows (NT, 3.x).

La tecnología de *Genasys* proporciona una fuente de herramientas y soluciones para las Administraciones Públicas y empresas del ámbito de las Telecomunicaciones de las Finanzas y del espectro Industrial que pueden gestionar y explotar sus recursos utilizando el componente geoespacial, sin renunciar en absoluto a la funcionalidad de sus desarrollos.

Con el desarrollo de la tecnología internet/intranet, algunos sectores ven una nueva puerta a través de la cual llegar al cliente, ofreciendo una gama más amplia de servicios y resolviendo sus problemas con soluciones más efectivas.

Genasys II Spain S.A. aporta herramientas y soluciones innovadoras que la colocan a la cabeza de su sector, siendo actualmente, la primera empresa en el mundo capaz de ofrecer una plataforma de integración para sistemas abiertos que permite explotar toda su funcionalidad a través de internet. Ya se encuentran en la red desarrollos como

"*Communities Now*" que es un desarrollo para información catastral de la Administración Regional, que partiendo de un proyecto para la Administración local australiana, se halla implantado en Alemania, EE.UU. y el Reino Unido, con la participación de *Digital* como socio tecnológico. En la actualidad *Communities Now* (Australia) cuenta con 2000 accesos diarios, entre profesionales inmobiliarios y particulares. "*Telecom Viewer*" es una solución para la gestión de coberturas para redes integrales de comunicación, con el que el segundo operador australiano de telefonía digital (*Optus Vision*), atiende su call center, así como otros servicios de gestión de redes de telefonía digital.

Además en nuestra geografía, *Genasys* ha implantado para la *Diputación Foral de Guipúzcoa* un *Punto de Adquisición de Datos* (PAD), que permite suministrar datos cartográficos, de modo que el comprador de la información llega a la Diputación u organismo proveedor, consulta toda la información de que se dispone, elige la zona que le interesa, selecciona las capas que necesita, código de los elementos, elige el formato y tipo de media, consulta el precio de esa petición y si le interesa, realiza el pedido. Este proceso, en definitiva, supone fabricarse su propio pedido de cartografía, algo que por el momento en Europa solamente puede conseguirse en la *Diputación Foral de Guipúzcoa*.

" LA TIENDA VERDE "

SANTANDER
 C/ MAUDES Nº 38 - TLF. 534 32 57
 C/ MAUDES Nº 23 - TLF. 535 38 10
 Fax. 533 64 54 - 28003 MADRID
 BILBAO
 VITO

"LIBRERIA ESPECIALIZADA EN CARTOGRAFIA, VIAJES Y NATURALEZA"

- 
- MAPAS TOPOGRAFICOS: S.G.E. I.G.N.
 - MAPAS GEOLOGICOS.
 - MAPAS DE CULTIVOS Y APROV.
 - MAPAS AGROLOGICOS.
 - MAPAS DE ROCAS INDUSTRIALES.
 - MAPAS GEOTECNICOS.
 - MAPAS METALOGENETICOS.
 - MAPAS TEMATICOS
 - PLANOS DE CIUDADES.
 - MAPAS DE CARRETERAS.
 - MAPAS MUNDIS.
 - MAPAS RURALES.
 - MAPAS MONTADOS EN BASTIDORES.
 - FOTOGRAFIAS AEREAS.
 - CARTAS NAUTICAS.
 - GUIAS EXCURSIONISTAS.
 - GUIAS TURISTICAS.
 - MAPAS MONTAÑEROS.

"VENTA DIRECTA Y POR CORRESPONDENCIA"

"SOLICITE CATALOGO"

BENTLEY CREA CONEXIÓN A WEB PARA MICROSTATION GEOGRAPHICS DENTRO DE SU ESTRATEGIA PARA EL MERCADO DE LA GEOINGENIERIA

Ampliando el alcance de la GeoIngeniería, Bentley también añade traductores para los populares formatos de GIS

Bentley Systems Inc. Anuncia que MicroStation Geographics ha sido capacitado para Web con la incorporación de una serie de herramientas Internet. Particularmente, MicroStation Geographics, producto de Bentley que integra CAD y GIS, incluye ahora un visualizador Web, soporte URL, y herramientas 2D/3D para editar en Web. Como resultado, los usuarios pueden acceder fácilmente a los datos de GeoIngeniería basados en Web, establecer enlaces entre características de planos, páginas Web y publicar contenido Web.

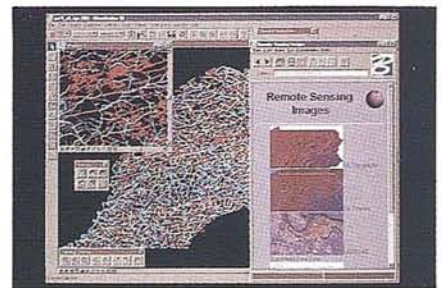
La nueva conexión al Web también permite a los directores de proyecto centralizar toda la información de los proyectos de GIS dentro de home pages. Las personas implicadas en un proyecto, acceden a todo tipo de información diseñada en Web utilizando un simple visualizador (*browser*).

Jean-Baptiste Monnier, vicepresidente de GeoIngeniería de Bentley, ha comentado:

"Ningún sector de Ingeniería tiene un potencial tan grande dentro de Web como la GeoIngeniería. Nosotros ya vemos dentro de emplazamientos Web, datos relacionados con las Organizaciones Gubernamentales. Los vendedores de software tienen la responsabilidad de incorporar dentro de sus herramientas un acceso transparente a Web para que los usuarios puedan beneficiarse".

Monnier continúa diciendo: "Como compartir datos dentro de Internet e Intranet llegará a ser lo más normal, habrá un incremento tanto en la productividad como en la explotación".

Ampliando el alcance de la Geo-Ingeniería y de MicroStation Geographics, Bentley también anunció una nueva gama de productos traductores de GIS que permitirán a los usuarios leer y escribir los otros formatos standard de la industria de GIS desde dentro de MicroStation Geographics. Serán compatibles con SDTS, VPF/Digest, SAIF,



y GIF, así como con los formatos de archivo utilizados por ArcInfo, MapInfo y Auto-desk.

Las nuevas capacidades Web de MicroStation Geographics pueden correr inmediatamente con copias existentes de MicroStation Geographics, y los formatos para Web incluyen CGM y VRML. Los suscriptores al programa de servicio y licencia Bentley SELECT, recibirán esta actualización de manera gratuita.

Gestetner lanza la copiadora en color más rápida del mercado

La nueva copiadora 2606 e de Gestetner se ha convertido por propia naturaleza en el modelo más rápido del mundo disponible hoy en el mercado. Su primera copia a color tarda exactamente 15,5 segundos y es capaz de realizar hasta 6 copias al minuto. Por otro lado, la nueva copiadora ajusta automáticamente la reproducción del color al objeto de garantizar la mejor reproducción posible del original.

Con este modelo, Gestetner se convierte en la compañía puntera en innovación de soportes ofimáticos de altas prestaciones. La Gestetner 2606 e tiene, por otro lado, una calidad de resolución de 400x400 dpi y hasta 256 graduaciones, lo que garantiza que el

resultado final sea además muy claro y brillante.

En blanco y negro, esta copiadora puede realizar hasta 31 reproducciones por minuto en tamaño A4. Al propio tiempo, su función duplex permite la copia por las dos caras en una sola operación y en un tamaño de papel de hasta A3. Además, acepta gran variedad de texturas de papel, incluidos gruesos, etiquetas y películas OHP.

Todo ello redonda en una economía notable en el gasto ofimático y también de espacio, puesto que una sola máquina compacta es capaz de responder a las más sofisticadas exigencias. Por otro lado, este modelo 2606 e de Gestetner permite otras



aplicaciones muy útiles para la empresa, siempre con una gran facilidad de manejo, como por ejemplo alimentador dual, diferentes niveles de rapidez y calidad final, y múltiples opciones de conectividad.

LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS DEL SECTOR CARTOGRÁFICO CONSOLIDAN SU PRESENCIA EN EL EXTERIOR

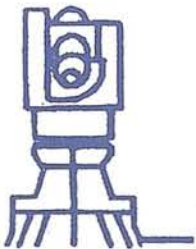
Las empresas TRABAJOS CATASTRALES, S.A. y AZIMUT, S.A., constituidas en Unión Temporal, han resultado adjudicatarias de la primera fase del proyecto: "Tecnología Agropecuaria y Ordenamiento de la Propiedad Agraria" patrocinado por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER).

Este ambicioso proyecto, que se financiará con un crédito de 44 Millones de Dólares USA, concedido al Gobierno de Nicaragua por superficie de 22.300 Kilómetros cuadrados en el área del Pacífico Nicaragüense y tiene como principal objeto la elaboración de ortofotomapas digitales a escala 1/10.000 como base de un sistema fiable para el ordenamiento de la propiedad agraria.

Desde las páginas de MAPPING queremos felicitar a estas dos empresas -TRABAJOS CATASTRALES y AZIMUT- por su acreditada capacidad técnica, que nuevamente se ve reconocida en esta adjudicación y les deseamos la mejor suerte en la ejecución de este proyecto.



De izquierda a derecha D. Luis Bellizzi, Director Comercial Trabajos Catastrales, D. Arnoldo Alemán, Presidente de la República de Nicaragua, D. Antonio Madrid, Director General Azimut, D. Roger Solorzano, Ministro del I.N.A.A.



Asistencia
Técnica
TOPOGRAFÍA Y PROYECTO, S.L.

C/ Acequia, 32-A - Teléf. 957 - 32 07 50 - Movil. 909 - 57 69 32
14610 ALCOLEA (CÓRDOBA)

EMPRESA DEDICADA A LA TOPOGRAFÍA EN GENERAL, CON MÁS DE 20 AÑOS DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

- * T. PROYECTO.
- * T. OBRAS CIVILES
- * T. OBRAS EDIFICACIÓN
- * T. URBANIZACIONES
- * T. MEDICIONES FÍSICAS, ETC...



EN LA ACTUALIDAD ESTAMOS EJECUTANDO LAS OBRAS DE LA ISLA MÁGICA EN LA CARTUJA DE SEVILLA, EN COLABORACIÓN CON CUBIERTAS Y MZOV, S.A.



PUBLICACIONES TÉCNICAS



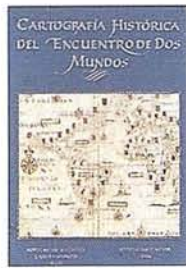
Título: Atlas Nacional de España. I Tomo.
Autor: I.G.N.
Precio: 16.000 ptas.
Ref.: 00101



Título: Atlas Regional Ponencias
Autor: Univ. Alcalá de Henares
Precio: 2.000 ptas.
Ref.: 00105



Título: La Enseñanza de la Teledetección.
Autor: Univ. Alcalá de Henares
Precio: 2.000 ptas.
Ref.: 00106



Título: Cart. Histórica del encuentro de dos mundos.
Autor: I.G.N.
Precio: 9.000 ptas.
Ref.: 00120



Título: Iberoamérica desde el espacio.
Autor: Cart. Marít. Hispana
Precio: 9.850 ptas.
Ref.: 00121



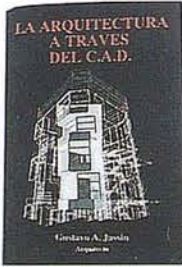
Título: Cartografía Marítima Hispana
Autor: I.G.N.
Precio: 9.850 ptas.
Ref.: 00122



Título: La imagen del Mundo 500 años de Cartog.
Autor: I.G.N.
Precio: 5.000 ptas.
Ref.: 00123



Título: S.I.G. y evaluación multicriterio.
Autor: José I. Barredo
Precio: 3.500 ptas.
Ref.: 00125



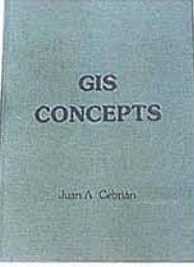
Título: La Arquitectura a través del CAD.
Autor: Gustavo A. Jassin
Precio: 3.000 ptas.
Ref.: 00132



Título: S.I.G. Prácticas con PC ARC/INFO e IDRISI.
Autor: Joaquín Bosque
Precio: 5.250 ptas.
Ref.: 00133



Título: Cartografía Digital. Desarrollo de software interno.
Autor: Juan Mena Berrios
Precio: 3.750 ptas.
Ref.: 00134



Título: GIS CONCEPTS.
Autor: Juan A. Cebrián
Precio: 3.000 ptas.
Ref.: 00135



Título: Elementos de Teledetección.
Autor: Carlos Pinilla
Precio: 3.500 ptas.
Ref.: 00136



Título: Tecnología de los S.I.G.
Autor: F. Javier Moldes
Precio: 2.990 ptas.
Ref.: 00137



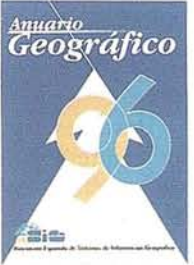
Título: Topografía aplicada a la ingeniería.
Autor: MOPU
Precio: 3.500 ptas.
Ref.: 00138



Título: El Mapa de España.
Autor: Mº de Fomento
Precio: 4.000 ptas.
Ref.: 00139



Título: Accidentes y Catástrofes.
Autor: Carmen Bermejo
Precio: 3.500 ptas.
Ref.: 00140



Título: Anuario Geográfico.
Autor: AESIG
Precio: 8.000 ptas.
Ref.: 00141

BOLETIN DE PEDIDO A CARTOSIG EDITORIAL, S.L.

Pº Sta. Mª de la Cabeza, 42 - Of. 3 - 28045 MADRID
Tel.: 527 22 29 - Fax. 528 64 31

Nº Ref	Cantidad	Descripción	Precio unit.	Total

Nombre
Dirección
Ciudad Provincia C.P.

Forma de pago, talón nominativo ó reembolso. NOTA: Estos precios son con IVA incluido. Cargo adicional de 1.000 ptas. por envío.

BOLETIN DE SUSCRIPCION

MAPPING

Deseo suscribirme a la revista MAPPING por 12 números, al precio de 11 números.

Precio para España: 9.900 ptas. Precio para Europa y América: US\$ 120.

Forma de pago: Talón nominativo o transferencia a nombre de CARTOSIG EDITORIAL, S.L.

CAJA MADRID: Av. Ciudad de Barcelona, 136 - Ag. 1813 - c.c. 3000-686050

Enviar a: CARTOSIG EDITORIAL, S.L. - Pº Sta. Mª de la Cabeza, 42 - Of. 3 - 28045 MADRID.

Nombre.....
Empresa Cargo
Dirección Teléfono
Ciudad C.P. Provincia

OPEN GOLF

I S S A



20 y 21 de Junio

VENGA AL CAMPO A JUGAR CON ISSA

Nos gusta acercarnos a la línea en la que el Cliente comienza a ser amigo. Por eso, para celebrar nuestro Centenario hemos pensado salir al campo, pero esta vez para concursar en algo relajado.

Es una manera diferente y cercana de celebrarlo. Al fin y al cabo...

*¡no todos los días se
cumplen cien años!*

**INFÓRMESE GRATUÍTAMENTE
LLAMANDO AL 900 21 01 83**



**CENTENARIO
Isidoro Sánchez**
1897 ~ 1997

Ronda de Atocha, 16. 28012 MADRID
Tel: (91) 467 53 63 • Fax: (91) 539 22 16

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO DE:
SOKKIA

DISTRIBUIDOR GENERAL DE:
 **Trimble**



Cabanillas Golf

Cabanillas del Campo
GUADALAJARA

Z-12

EL RECEPTOR GPS DE DOBLE FRECUENCIA



El receptor GPS de doble frecuencia

El progreso en las aplicaciones GPS está marcado por hitos que señalan el rapidísimo avance de esta tecnología; avance en el diseño de los receptores y de las antenas, avance en los sistemas lógicos, tanto de procesado interno de la señal como en los algoritmos que resuelven las baselines, avance en los procedimientos de trabajo, avance en el uso combinado de las diferentes constelaciones. Todos estos avances son significativos pero entre ellos destaca la habilidad en el proceso interno de la señal.

Entre todos los receptores GPS de doble frecuencia en el mercado, el Z-12 de Ashtech destaca con luz propia. Elegido como estándar en prácticamente todas las Estaciones de Referencia a nivel mundial, el Z-12 ofrece características que ningún otro receptor puede igualar:

1.- En un análisis comparativo del Z-12 con los de otros fabricantes realizado por UNAVCO, organismo totalmente independiente, este producto de Ashtech aventajó a los demás en más de 70 puntos. Informe disponible previa petición ó a través de Internet: [http://ftp.unavco.ucar.edu/pub/UNAVCO.doc/ARI test/ari test.ps](http://ftp.unavco.ucar.edu/pub/UNAVCO.doc/ARI%20test/ari%20test.ps) (2.8M).

2.- El receptor Z-12 ha sido elegido por el Servicio de Guarda Costas de los EEUU y Canadá, y de otras muchas naciones, como el sistema más fiable para generar las correcciones diferenciales RTCM que se usan para facilitar la navegación marítima. El hecho de que el país de origen de la tecnología GPS elija Ashtech para este servicio.



Que afecta a la seguridad de las vidas en el mar, es una consideración, cuya importancia no es necesario ni comentar.

3.- El Z-12 aventaja a todos los demás, en el importantísimo factor señal-ruido, en unos valores que oscilan entre 13 y 16 decibelios. Esta afirmación es soportada por autoridades en la materia, tales como Leick, 2ª edición, p.90 y Hofmann, 3ª edición, p.86. Disponer como mínimo de 13 db. más de señal significa más resistencia a las interferencias, más rapidez en la recuperación de las ambigüedades, y más alta fiabilidad en las soluciones (consideraciones que están por otro lado garantizadas por la auditoria en los resultados que supone el ISO 9001).

4.- Ashtech es el único fabricante GPS a nivel mundial que puede ofrecer a los usuarios la garantía que supone el ISO 9001. Poder ofrecer esta garantía significa para el usuario la tranquilidad que todas las especificaciones y demás características de los productos se cumplen y están continuamente vigilados; pero además, el usuario puede preguntarse -y con razón- por los motivos por la que los demás fabricantes no se someten a la disciplina, rigor y continuidad en la calidad de las especificaciones que exige el ISO 9001.

El receptor de doble frecuencia Z-12 de Ashtech es sin duda el líder mundial por las razones indicadas. Por no ocultar nada. Porque sus especificaciones están garantizadas por el ISO 9001.

¿Desea más información? ¿Desea recibir la lista de usuarios? ¿Desea hacer una prueba? ¿Una demostración? Llámenos:

GRAFINTA S.A.; Avda. Filipinas, 46; 28003 Madrid; Telf. (91) 553 72 07; Fax. (91) 533 62 82.