

MAPPING

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



IX REUNION DE MINISTROS DE MEDIO AMBIENTE
DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE

21-26 DE SEPTIEMBRE DE 1995
LA HABANA, CUBA
PALACIO DE LAS CONVENCIONES



PNUMA

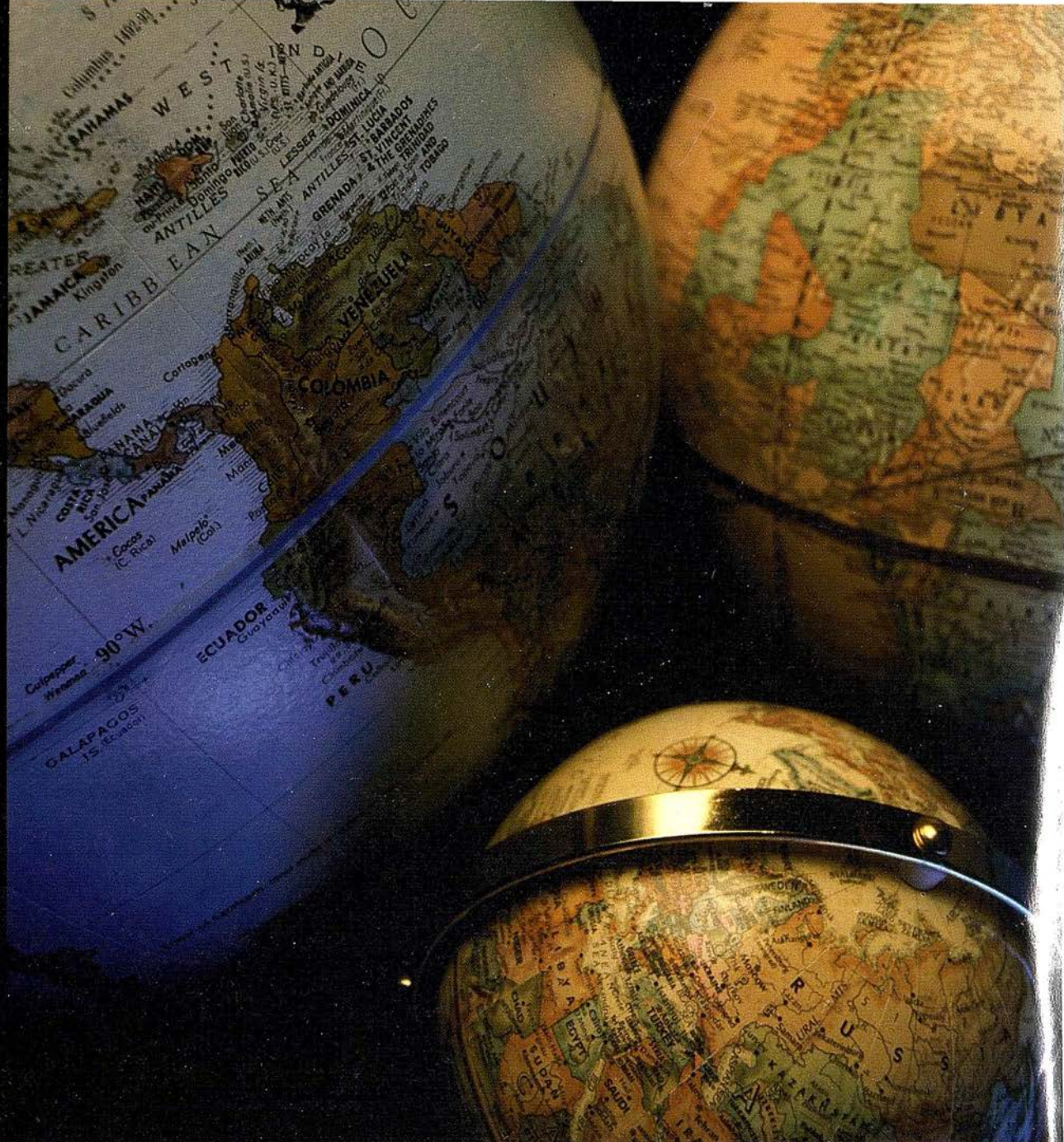
PRECIO 900 PTAS.

1995

NOVIEMBRE

Nº 27

¿Dónde?



A lo largo del río o dentro del bosque, en la Plaza de la Constitución o bien a 300 metros bajo el mar . . . Las soluciones SIG y de Cartografía de Intergraph le informan primero, y le guían después en su camino.

Bien porque tenga a su cuidado la gestión de información catastral, supervise un proyecto de reforestación, localice nuevos emplazamientos comerciales o se dedique a buscar petróleo, MGE (Modular GIS Environment) pone la información espacial a su alcance. Información para resolver problemas, planificar el futuro, o ahorrar esfuerzos, tiempo y dinero.

¿Porqué MGE? No importa en qué aplicación o industria, la tecnología probada de MGE le permite establecer sus flujos de trabajo en GIS y producción cartográfica. Seleccione Vd. uno o varios entornos de trabajo (DOS, Microsoft Windows, Windows NT o UNIX) de acuerdo con su presupuesto, necesidades y preferencias. Comparta datos con oficinas comerciales a través del mundo o dentro de su grupo local. Beneficiarse de una continua integración de datos con herramientas ofimáticas tales como procesadores de texto u hojas

electrónicas a través de Windows NT. Cuando llegue el momento de ampliar su instalación, añada uno o más puestos en la certeza de que sus inversiones en datos y equipos están seguras. Finalmente, descubra Vd. lo que significa un aprendizaje fácil.

MGE, un líder del mercado SIG. Número 1 en satisfacción de sus clientes*.

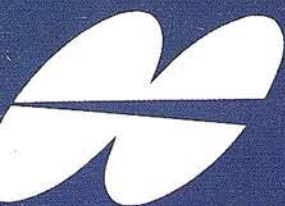


MICROSOFT
WINDOWS
COMPATIBLE
32-Bit Application

Para obtener más información o ver una demostración, llame al 91-3728017 o 93-2005299.

*Dataquest Inc.

INTERGRAPH
Solutions for the Technical Desktop

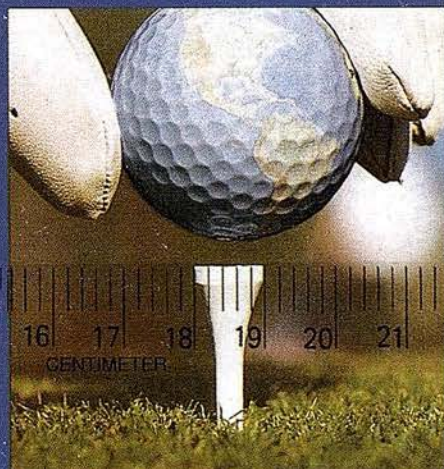


TOPCON TURBO-SII

RECEPTOR GPS DE DOBLE FRECUENCIA

Precisión sub-centimétrica que satisfará todos los requerimientos de su sistema de posicionamiento global

NOVEDAD MUNDIAL



Topcon España, S.A. presenta el receptor más pequeño de doble frecuencia del mundo para la obtención de precisiones subcentimétricas.

Siendo su peso inferior a 1 Kg., puede trabajar en los métodos Estático, Estático-rápido, Cinemático y Diferencial en tiempo real.

ELIMINACION VIRTUAL DE LA PERDIDA DE CICLOS

El receptor Topcon Turbo-SII, dispone de 8 canales L1 y 8 canales L2. Su diseño le garantiza la recepción de una señal fuerte que permite obtener medidas de fase y de código altamente precisas, y con un mínimo consumo de energía. Además el Turbo-SII emplea un método patentado de rastreo de ondas que elimina virtualmente la pérdida de ciclos, lo que favorece la resolución de la ambigüedad y permite obtener un mayor rendimiento en las observaciones para satisfacer las más altas demandas de precisión.

TURBOSURVEY; SOFTWARE FLEXIBLE Y SENCILLO DE UTILIZAR

Una vez registrada la información, ésta se procesa mediante un paquete de software denominado "TURBO-SURVEY", que desarrollado bajo entorno Windows, posee utilidades para planificar las jornadas de trabajo, procesar líneas de base y realizar el ajuste de redes geodésicas. El software Turbo-Survey, emplea sus propios y novedosos algoritmos de cálculo, que pueden ser considerados los más veloces y fiables que se pueden encontrar hoy en día. Además, es capaz de generar una gran variedad de formatos de salida tipo ASCII, DXF, o bien los más populares formatos GIS.



TOPCON

GPS PRODUCTS DIVISION

BARCELONA (93)4734057 MADRID (91)5524160



Edita:
MAP & SIG CONSULTING

Editor - Director:
D. José Ignacio Nadal

Redacción, Administración y Publicación:
Pº Sta. Mª de la Cabeza, 42
1º - Oficina 2
28045 MADRID
Tel.: (91) 527 22 29
Fax: (91) 528 64 31

Fotocomposición:
Departamento propio

Fotomecánica:
Hazel, s. l. Sistemas de Reproducción

Impresión:
A.G. MAWIJO, S.A.

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

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

Portada:
El Comandante Fidel Castro recibiendo un ejemplar de la revista Mapping de manos de su Director el Sr. Nadal. Junto a la Dra. Rosa Helena Sinea Ministra de Medio Ambiente de Cuba.



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.

- 8** D. RICARDO DIAZ ZOIDO
DIRECTOR GENERAL DEL I.G.N.
- 10** PROYECTO DE INFORME FINAL DE LA
REUNION DE MINISTROS DE MEDIO
AMBIENTE DE AMERICA LATINA Y EL
CARIBE
- 16** CUENCA DEL RIO TOA S.O.S.
- 18** TRAZADO AUTOMATIZADO DE ISOLINEAS.
APLICACION DE LA TECNICA DE AJUSTE
POR GRADIENTES VERTICALES
- 26** CONCEPTOS SOBRE GENERALIZACION DE
BASES DE DATOS MEDIANTE S.I.G.
- 36** DISEÑO DE LA TRAZA DE UNA LINEA
ELECTRICA AEREA DE ALTA TENSION
MEDIANTE UN S.I.G.
- 42** INTRODUCCION HISTORICA
- 44** SISTEMAS DE INFORMACION AMBIENTAL
- 52** INSTITUTO GEOGRAFICO COLOMBIANO
ESTRENA CENTRO DE INFORMACION
- 53** JORNADAS SOBRE CARTOGRAFIA Y GIS
EN ARAGON
- 56** APLICACIONES S.I.G. EN EL CAMPO
FORESTAL
- 62** ORIENTACION RELATIVA ANALITICA Y
CALCULO DE COORDENADAS MODELO
- 66** MODELO DIGITAL DEL TERRENO
- 72** ESTABLECIMIENTO DE UNA RED DE
COBERTURA NACIONAL CON TECNICAS
GPS PARA CONTROL DE TRAFICO AEREO
- 80** ANALISIS CRITICO DEL ESTADO ACTUAL
DE LA MODELACION CARTOGRAFICA
- 90** EL SEGUNDO NIVEL AEROCOMERCIAL EN
LA ORDENACION TERRITORIAL ARGENTINA

Muestre toda la realidad de sus proyectos.

Para convencer a sus clientes lo mejor es mostrarles los proyectos con el máximo realismo. El liderazgo tecnológico de HP en tecnología de inyección de tinta permite que el nuevo plotter HP DesignJet 750C imprima con **calidad fotográfica**.

Para asegurar aún más la calidad, HP ha desarrollado nuevas tintas que obtienen los negros más intensos y colores brillantes y atractivos.

Además, con la nueva tecnología patentada "advance algorithym" conseguirá textos muy definidos, curvas perfectamente trazadas y delicados rellenos de áreas sobre una amplia variedad de soportes incluyendo papel normal o "glossy".

Tampoco hay ninguno más rápido: 4 minutos por plano A1.

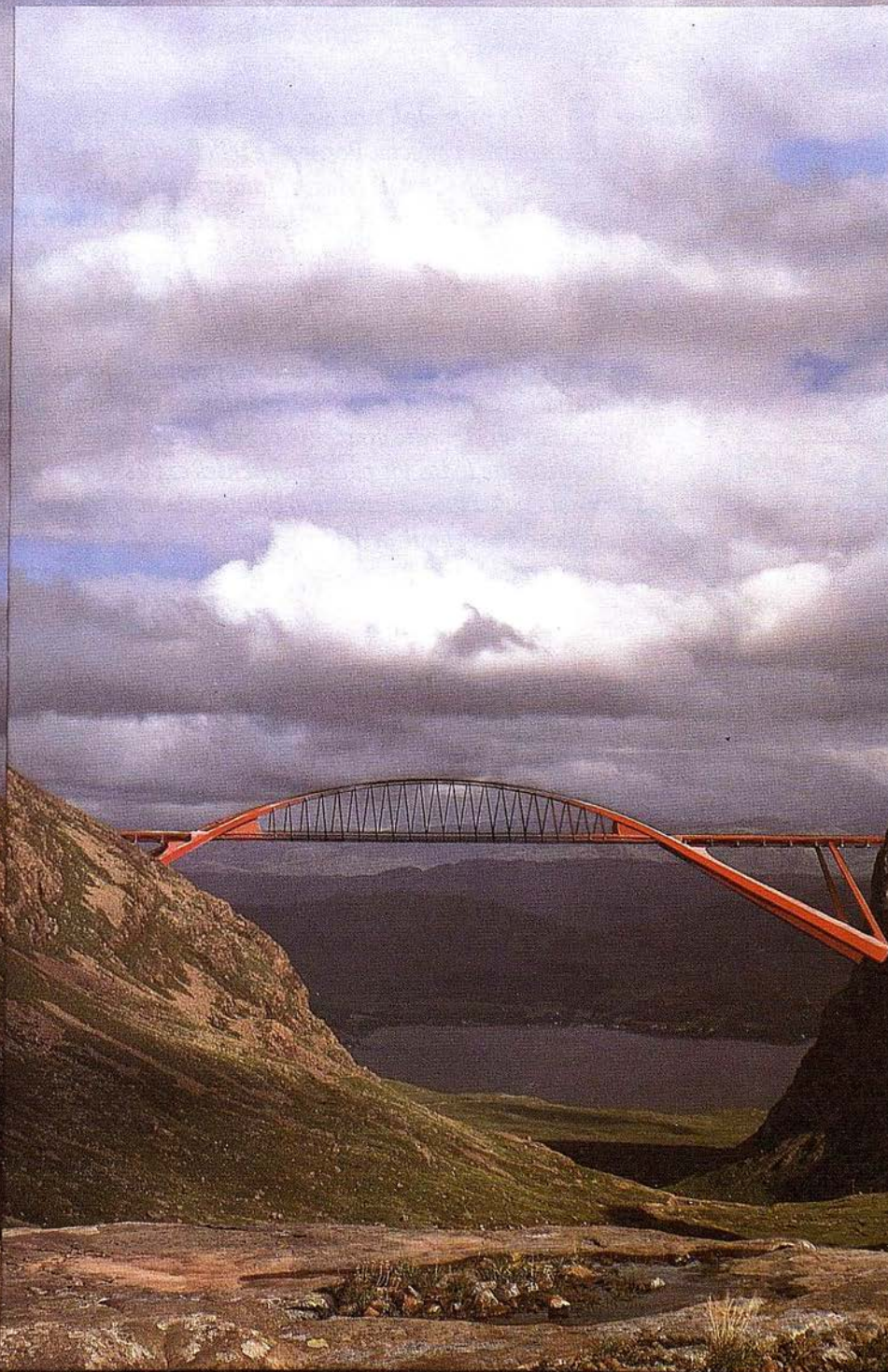
No lo dude, para demostrar toda la calidad de sus proyectos, confíe en toda la calidad del nuevo HP DesignJet 750C.

Solicite Información Técnica detallada, llame al Servicio de Información Hewlett-Packard: ☎ 900 123 123



EL NUEVO PLOTTER HP DESIGNJET 750C

 **HEWLETT®
PACKARD**



Las lecciones ambientales de la era industrial están claras a la vista de todos. No deben ser consideradas solamente como materia de urgencia sino que deben tomarse acciones para evitar problemas similares en el futuro. En las economías desarrolladas este tema se ha convertido en un imperativo tanto económico como ambiental. Para las economías en desarrollo el reto es eliminar los problemas del pasado.

Mapping tuvo el honor de ser invitada en la reunión de Ministros de medio ambiente en América Latina y el Caribe celebrada en La Habana-Cuba, el pasado mes de septiembre de 1995, y comprobamos que el nivel de compromiso de todos los países de América Latina y el Caribe era importante.

El papel de Cuba como país anfitrión fue determinante y la organización perfecta. Por lo que felicitamos a la Dra. Rosa Helena Simeón, Ministra de Medio Ambiente de Cuba y al Dr. Ricardo Sánchez Sosa, Director de la Agencia de Medio Ambiente de Cuba que hicieron que nos sintiéramos como siempre nos sentimos en Cuba "como en casa".

También queremos resaltar la preocupación por las prestaciones que sufre Cuba, en las esferas económica comercial financiera y en particular en el medio ambiente como consecuencia de la aplicación del bloqueo, que todos los países asistentes expusieron como un grito de "basta ya" a que se levante el bloqueo de manera que se permita la aplicación a plenitud del programa nacional de medio ambiente y desarrollo cubano y se contribuya con ello al cumplimiento de la Agenda 21.

No quiero terminar esta editorial sin agradecer al Comandante y Jefe Fidel Castro, su agradecimiento por recibirnos e interesarse por el desarrollo de Mapping y los vínculos que Mapping esta desarrollando con organismos cubanos de la cartografía y el medio ambiente.

Desde Mapping vimos una pasión sobre la vida y el medio ambiente en la reunión de Ministros y unos objetivos comunes en hacer una América Latina verde y quiero recordar la frase de José Martí "La tierra no la hemos heredado de nuestros padres. La hemos tomado prestada de nuestros hijos".

José I. Nadal
Director

"Gran calidad, gran formato... lo único pequeño es el precio"



PLOTTERS DE INYECCION DE TINTA TECHJET

Tanto si usted exige alta calidad de color, como si lo que busca es la mejor respuesta en monocromo, la solución está en la serie TechJET de CalComp. Podrá elegir entre el TechJET Designer 720, un plotter monocromo de 720 ppp, o el TechJET Color, que imprime, además de en monocromo, a unos increíbles 360 ppp en color.

Los TechJET admiten el uso de papel en rollo y hojas sueltas, soportan PostScript y los programas más extendidos e incluyen de serie una amplia memoria interna, para que usted pueda afrontar grandes tiradas de planos. Y todo, por un precio mucho más reducido del que cabría esperar en plotters de inyección de tinta de alta calidad.

La serie TechJET continúa la tradición de calidad y fiabilidad que CalComp instituyó hace 35 años.

Solicite más información llamando a CalComp al teléfono 91-372 99 43. O envíe sus datos por fax al 91-372 97 20.

CALCOMP
A Lockheed Martin Company

CalComp España, S.A.
C/ Basauri, 17. 28023 MADRID

D. Ricardo Díaz Zoido

Director General del Instituto Geográfico Nacional

Es muy grato para mi tener la oportunidad de transmitir, desde estas páginas, en respuesta a la invitación que me formula la Dirección de la revista, un saludo muy especial a los lectores de "MAPPING" con motivo de mi incorporación a la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional y Presidencia del Centro Nacional de Información Geográfica.

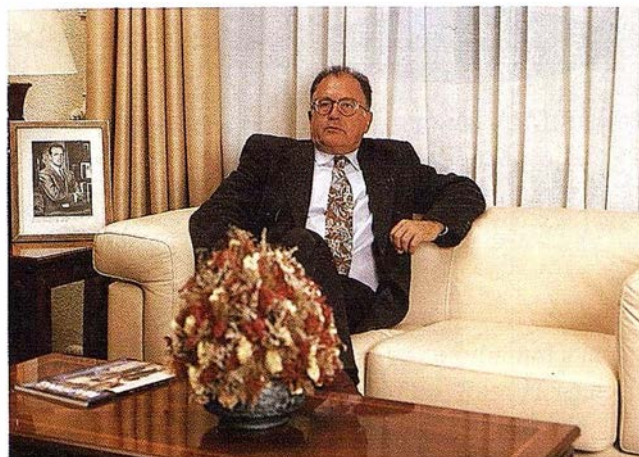
Al asumir estas nuevas responsabilidades que me asigna el Consejo de Ministros, deseo expresar mi voluntad de aportar mi total dedicación y esfuerzo personal para contribuir al desarrollo del sector cartográfico español.

Considero que si bien la tarea que tenemos por delante desde estos Organismos es de una gran relevancia, por los importantes proyectos que tenemos en curso de ejecución, no lo es menos en su referencia al sector privado empresarial al que espero tener la oportunidad de prestar el apoyo que precisa, en estos momentos, en que nos enfrentamos a un profundo y trascendental proceso de transformación e innovación tecnológica.

Es indudable que en las líneas básicas de reforma de las Administraciones Públicas se pretende satisfacer una doble exigencia: dar respuesta a las crecientes demandas en materia de servicios públicos, en este caso de la información geográfica, al tiempo de adaptar su estructura y funcionamiento para hacerlo menos costoso y mas eficiente, y constituirlo en factor clave de la competitividad del sector privado en los mercados internacionales.

La cartografía y la información geográfica tienen una importancia creciente en todos los países desarrollados. Los mapas ya no solo pertenecen al ámbito limitado a los sectores técnicos tradicionales, en los que se venían utilizando de manera casi exclusiva. En la actualidad vemos como su demanda y consumo llega a nuevos campos de la actividad económica y empresarial, constituyéndose en un bien de consumo extendido a toda la población, que debe hacernos ver un futuro prometedor para la cartografía española.

El desarrollo económico e industrial que experimenta nuestra sociedad exige una respuesta del sector cartográfico para abordar proyectos empresariales en el campo de las telecomunicaciones, de la planificación territorial, de la gestión de recursos naturales, de la



red de transportes, del mundo editorial o de las recientes aplicaciones en el marketing. Considero que la información geográfica se convertirá en un futuro muy próximo en un instrumento indispensable para la gestión de las empresas y de los organismos públicos.

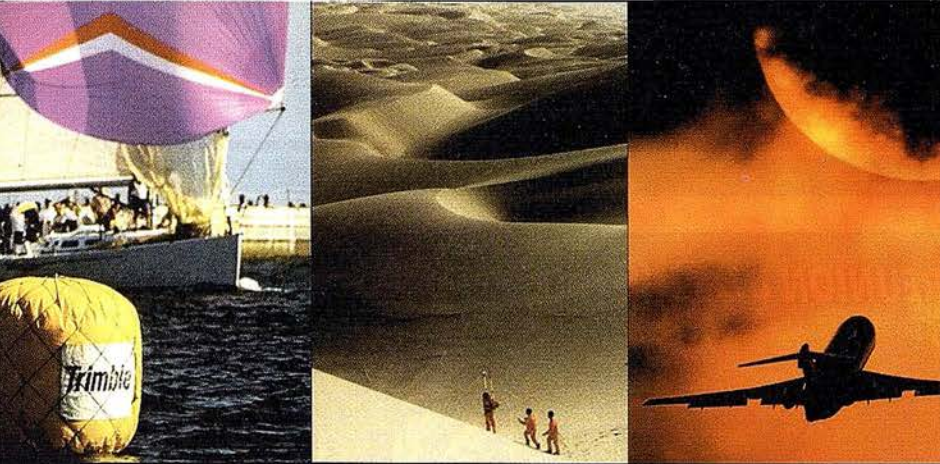
Es bien conocido de todos el esquema funcional de nuestra Organización, desde el IGN llevamos a cabo las tareas productivas de la cartografía y de la información geográfica asociada, y las que le corresponden dentro del Consejo Superior Geográfico, junto las competencias que tenemos atribuidas en el campo de la Red Sísmica, Astronomía y Geofísica. De manera complementaria el CNIG, Organismo autónomo de carácter comercial, desempeña su actividad como instrumento para la comercialización de la información geográfica que se demande desde la sociedad y de la que produce el IGN.

Desde estos primeros momentos debo asegurar la continuidad, y si ello es posible, el reforzamiento de los proyectos de establecimiento de la necesaria infraestructura de la información geográfica española, con los trabajos geodésicos, geofísicos, de red sísmica, astronomía, levantamiento del nuevo Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000, en su doble versión de mapa impreso y en soporte digital, publicación y finalización del Atlas Nacional de España y los procesos de elaboración de las Bases Cartográficas Numéricas y de los Modelos Digitales del Terreno.

En lo que se refiere a la línea comercial abierta por el CNIG espero que podamos profundizar en el acercamiento de nuestros productos geográficos a todos los ciudadanos y consolidar aquellos proyectos de otros organismos y empresas del sector privado, tanto en el mercado nacional como en el internacional, que precisen de nuestros los integrantes de la cartografía española estas primeras inquietudes y mi ofrecimiento datos y de nuestro saber-hacer.

Muchas gracias de nuevo a la revista "MAPPING" por esta oportunidad de hacer llegar a todos de colaboración en este trabajo que asumo con el deseo de aportar mi contribución personal y profesional para avanzar en el atractivo camino del mejor conocimiento de la geografía española.





 **Trimble**
LA SOLUCIÓN GPS

Después de más de una década desde que Trimble reconociera la importancia y adaptara el concepto GPS a las aplicaciones comerciales, hoy sigue siendo el líder de la industria GPS.

GPS

Los campos, para los que Trimble diseña sus productos, son diversos y abarcan tanto el mercado tradicional como el emergente: observación del terreno, exploración sísmica e hidrográfica, navegación marítima, terrestre o aérea, captura de datos para Sistemas de Información Geográfica, seguimiento y control de vehículos...



Conseguir datos precisos y en tiempo real es el fundamento del GPS. La labor de Trimble es dar forma a esos datos, por medio de hardware y software, y convertirlos en un conocimiento práctico aplicado a cada situación.

Optimizar procesos, prever sucesos mediante su seguimiento, agilizar el acceso a datos y lugares con precisión; todo ello confluye en un ahorro de recursos y de tiempo que incrementa de manera impresionante la productividad y nos puede ayudar a mejorar la calidad de vida de todos.



Isidoro Sánchez, S.A. se propone hacer suya esta meta y por eso ahora les ofrece las mejores herramientas para lograrlo.

GPS AYUDA A NAVEGAR POR EL MUNDO.



GPS AHORRA TIEMPO Y DINERO.



GPS ASEGURA NUESTRA SEGURIDAD.



**LA MEJOR TECNOLOGÍA,
EL MEJOR SERVICIO AL CLIENTE**



Isidoro Sánchez, S. A.

GPS MEJORA LA CALIDAD DE VIDA.



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



Proyecto de Informe Final de la Reunión de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe (La Habana, Cuba. 25-26 de septiembre de 1995)

Antecedentes

La decisión 18/38 literal "c" del decimoctavo período de sesiones del Consejo de Administración del PNUMA pidió a la Directora Ejecutiva del PNUMA alentar la celebración de reuniones anuales a nivel ministerial para evaluar y diseñar políticas y estrategias relevantes que guíen las actividades de las oficinas regionales.

La VIII Reunión Ministerial, celebrada en Santiago de Chile el 15 de marzo de 1993, decidió que las Reuniones Ministeriales deberán:

- Evaluar y efectuar un seguimiento de las acciones de cooperación regional sobre asuntos ambientales dentro del contexto del desarrollo sostenible.
- Analizar las materias relevantes sobre desarrollo sostenible en asuntos de su competencia.
- Discutir y concertar, en la medida de lo posible, las posiciones regionales en el marco de las decisiones de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD).

La Reunión del Comité Intersesional de los Ministros del Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, celebrada en la Ciudad de México los días 23 y 24 de enero de 1995, aceptó la propuesta presentada durante la VIII Reunión Ministerial por la delegación de Cuba, para que la IX Reunión de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe se llevase a cabo en La Habana, Cuba y solicitó al PNUMA que apoyara al Gobierno Cubano en los preparativos para esta Reunión.

4. La IX Reunión de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe fue convocada por el Gobierno de Cuba. Se llevó a cabo mediante una Reunión Preparatoria de Expertos de Alto Nivel Designados por los Gobiernos sobre el Medio Ambiente en América Latina y el Caribe que tuvo lugar los días 21 al 23 de septiembre de 1995, un segmento a nivel Ministerial que se realizó el 25 y el 26 del mismo mes.

La IX Reunión de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe tuvo como objetivos principales:

- consolidar esta instancia de consulta política como órgano regional que oriente la implementación de la agenda ambiental de América Latina y el Caribe;
- identificar oportunidades de cooperación regional en asuntos ambientales conducentes a la implementación de la Agenda 21;
- proponer acciones dirigidas a lograr una mayor eficacia y coherencia en la planificación y ejecución regional de las agendas ambientales de los organismos del sistema internacional;
- concertar posiciones comunes ante temas de importancia de la agenda ambiental internacional con implicaciones para la Región.

Participación

Fueron invitados a la Reunión todos los Gobiernos de América Latina y el Caribe y organizaciones intergubernamentales regionales y subregionales, agencias del Sistema de las Naciones Unidas y organizaciones no gubernamentales. Asistieron 75 representantes gubernamentales de 24 países de la región y un representante de un país observador. Además, asistieron 23 representantes de 16 organismos internacionales, regionales y subregionales, así como de organizaciones no gubernamentales. La lista completa de participantes aparece en el documento UNEP/LAC-IG.IX/Inf.2.

Punto 1 del Temario: Apertura de la Reunión

La **Ceremonia de Apertura** tuvo lugar el 25 de septiembre de 1995 a las 10:00 a.m. en el Palacio de las Convenciones, La Habana, Cuba. Presidieron la Ceremonia los señores Carlos Lage, Vicepresidente del Consejo de Estado de la República de Cuba y Secretario del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, y el Sr. Ricardo Alarcón, Presidente de la Asamblea Nacional del Poder Popular. Hicieron uso de la palabra la Dra. Rosa Elena Simeón, Ministra de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de la República de Cuba; la Sra. Elizabeth Dowdeswell, Directora Ejecutiva del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente; el Sr. Ariel Francais, Representante Residente del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo; el Sr. Genaro Arriagada, Ministro Secretario General de la Presidencia de Chile; y el

Sr. José Luis Rodríguez, Vicepresidente del Consejo de Ministros y Ministro de Economía y Planificación de Cuba.

Punto 2 del Temario: Organización de la Reunión

2.1. Adopción de Reglamentos de Procedimiento

De conformidad con prácticas anteriores la Reunión adoptó *mutatis mutandi* el Reglamento del Consejo de Administración del PNUMA para sus procedimientos de trabajo.

2.2. Elección de la Mesa Directiva

La Reunión decidió que la mesa directiva estuviese compuesta por los mismos países que compusieron la mesa directiva de la Reunión Preparatoria que le antecedió, en los siguientes términos:

Presidente:	Sra. Rosa Elena Simeón	Cuba
Vicepresidentes:	Sta. María Julia Alsogaray	Argentina
	Sr. Gustavo Krauze	Brasil
	Sr. Genaro Arriagada	Chile
	Sr. Leslie Lloyd	Jamaica
	Sra. Julia Carabias	México
	Sr. Rolando Guillén	Panamá
	Sr. Augusto Freyre	Perú
Relator:	Sra. Cecilia López	Colombia

Aprobación del Temario de la Reunión

La reunión adoptó el Temario Provisional UNEP/LAC-IG.IX/1 y el Temario Provisional Anotado UNEP/LAC-IG.IX/2, sin modificaciones.

Punto 3 del Temario: Informe de la Directora Ejecutiva sobre nuevas trayectorias del PNUMA

Bajo este punto del temario, la Directora Ejecutiva del PNUMA presentó ante los Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe un breve informe, contenido en el documento UNEP/LAC-IG.IX/Inf.3. En esa presentación la Directora Ejecutiva expuso las nuevas trayectorias de política del expuso las nuevas trayectorias de política del organismo a nivel global y regional, como resultado del decimotercer período de sesiones del Consejo de Administración del PNUMA. Varias delegaciones expresaron satisfacción por el nuevo rumbo que ha tomado el PNUMA.

Punto 4 del Temario: Prioridades para la Cooperación Regional en los Asuntos Ambientales de América Latina y el Caribe

Presentación de las recomendaciones de la Reunión Preparatoria de Expertos de Alto Nivel Designados por los Gobiernos sobre el Medio Ambiente en América Latina y el Caribe

El Sr. Ricardo Sánchez, en su calidad de Presidente de la Reunión de Expertos presentó una reseña del documento

UNEP/LAC-IG.IX/3 que contiene las recomendaciones formuladas por los expertos designados por los gobiernos.

La Reunión tomó nota del Informe presentado por el Presidente de la Reunión de Expertos.

4.2. Declaraciones de los Ministros

Dentro de este punto del temario, los Ministros y Jefes de Delegación hicieron sendas declaraciones relativas a, entre otras cosas, lo siguientes:

- Consolidación de las funciones y actividades de las Reuniones de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe.
- Identificación de oportunidades de cooperación regional en asuntos ambientales para contribuir a la implementación de la Agenda 21 en la Región.
- Propuesta de acciones dirigidas a lograr una mayor coherencia en las actividades ambientales de los organismos internacionales en la región.
- Identificación de posiciones compartidas respecto de la agenda ambiental internacional.

4.3. Aprobación de las recomendaciones hechas por los Expertos de Alto Nivel Designados por los Gobiernos sobre el Medio Ambiente de América Latina y el Caribe

En este punto del temario la Reunión aprobó sin modificaciones las recomendaciones elaboradas por los Expertos de Alto Nivel designados por los Gobiernos de América Latina y el Caribe en la Reunión Preparatoria del 21 al 24 de septiembre de 1995. Esta decisión figura como Decisión No. 1 del Anexo I a este Informe.

Punto 5 del Temario: Constitución del Comité Intersesional y Fijación de Fechas de Futuras Reuniones

Bajo este punto del temario, los Ministros decidieron constituir el Comité Intersesional que funcionará hasta la próxima Reunión de Ministros, con la siguiente composición: Cuba (Presidente); Argentina, Brasil, Chile, Jamaica, México, Panamá, Perú y Colombia (relator). Este Comité celebraría una sesión en febrero de 1996. Asimismo, la Reunión acordó que la X Reunión de Ministros de Medio Ambiente tenga lugar en diciembre de 1996. Estas resoluciones aparecen dentro de las decisiones 2 y 4 del presente informe.

Punto 6 del Temario: Otros Asuntos

Dentro de este punto del temario, hicieron presentaciones los representantes de algunas agencias internacionales y organismos intergubernamentales que participarán en la Reunión, así como los representantes de diversas organizaciones no gubernamentales.

A continuación, se presentó una propuesta de Declaración de la IX Reunión de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, la que fue aprobada con algunas enmiendas.

das. Esta decisión figura como Decisión No. 3 al Anexo I de este Informe.

Luego, la delegación de Argentina ofreció la ciudad de Buenos Aires como sede de la X Reunión de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, ofrecimiento que fue aceptado con beneplácito por la Reunión. La decisión respectiva, que comprende algunos otros aspectos a tenerse presentes en la organización de la X Reunión, aparece como Decisión No. 4 del Anexo I al presente Informe.

Punto 7 del Temario: Aprobación del Informe

Punto 8 del Temario: Clausura de la Reunión

Anexo I

D E C I S I O N E S

Decisión No. 1

Aprobación de las recomendaciones hechas por los Expertos de Alto Nivel Designados por los Gobiernos sobre el Medio Ambiente de América Latina y el Caribe

Los Ministros y demás jefes de delegaciones de los gobiernos presentes en la IX Reunión de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, celebrada en La Habana, Cuba, del 21 al 26 de septiembre de 1995,

DECIDEN

Aprobar las recomendaciones elaboradas por los Expertos de Alto Nivel designados por los Gobiernos de América Latina y el Caribe en la Reunión Preparatoria del 21 al 24 de septiembre de 1995, contenidas en el documento UNEP/LAC-IG.IX/3.

Decisión No. 2

Constitución del Comité Intersesional y Fijación de Fechas de Futuras Reuniones

Los Ministros y demás jefes de delegaciones de los gobiernos presentes en la IX Reunión de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, celebrada en La Habana, Cuba, del 21 al 26 de septiembre de 1995,

DECIDEN

1. Constituir el Comité Intersesional que funcionará hasta la próxima Reunión de Ministros, con la siguiente composición: Cuba (presidente) Argentina, Brasil, Chile, Jamaica, México, Panamá, Perú y Colombia (relator).
2. Fijar febrero de 1996 como el mes en el cual se celebrará la primera reunión de ese Comité Intersesional.

Decisión No. 3

Declaración de la IX Reunión de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe

Los Ministros y demás jefes de delegaciones de los gobiernos presentes en la IX Reunión de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, celebrada La Habana,

Cuba, del 21 al 26 de septiembre de 1995, al considerar la problemática del medio ambiente y el desarrollo sostenible:

Reiteran la validez de los principios y compromisos proclamados en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en 1992 y de la Declaración de Barbados sobre el Desarrollo Sostenible de los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo, realizada en Bridgetown, en 1994:

Observan con profunda preocupación como continúa la tendencia al incremento de la población que vive en la pobreza y como ésta es causa y efecto de un mayor deterioro ambiental.

Expresan, asimismo, que los actuales patrones de producción y consumo, prevalecientes principalmente en las economías desarrolladas, deben ser modificados para alcanzar las metas del desarrollo sostenible global.

Constatan que el compromiso de los países desarrollados de aportar el 0.7 de sus PNB a la ayuda oficial al desarrollo, con la excepción de algunos, aún no se ha alcanzado e incluso la tendencia actual es a una reducción de dicha asistencia. Por ello, formulan un nuevo llamado para su cumplimiento inmediato.

Sostienen que las cuestiones ambientales no pueden servir para crear barreras injustificadas al comercio internacional y que una correcta compatibilización de los objetivos de un comercio internacional flexible y equitativo en armonía con la protección del medio ambiente, es indispensable para transitar hacia un desarrollo sostenible;

Rechazan la aplicación de medidas de carácter unilateral y extraterritorial, que incidan negativamente en los programas nacionales de desarrollo sostenible, obstruyan el cumplimiento de la Agenda 21 y se conviertan en un freno al normal e imprescindible desenvolvimiento de las relaciones de cooperación e intercambio en materia de medio ambiente en la región;

Destacan la importancia de armonizar acciones y procedimientos para el control de actividades que puedan generar impactos ambientales en ecosistemas transfronterizos;

Otorgan un mandato a la Directora Ejecutiva del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente para que desarrolle un mecanismo de coordinación con otras agencias del sistema de las Naciones Unidas de modo que sus respectivos programas con contenidos ambientales en la Región recojan las decisiones de las reuniones de Ministros y mantengan coherencia con el programa de actividades del PNUMA para implementar la Agenda 21 en la Región,

Exhortan, por tanto, a las agencias del sistema de las Naciones Unidas y a los demás organismos internacionales, regionales y subregionales a prestar a su más decidido apoyo para fortalecer la cooperación, el intercambio de información y la coordinación interagencial para una mayor coherencia de las funciones de su competencia relativas al medio ambiente.

Observan con satisfacción y saludan el proceso iniciado por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en el sentido de reorientar y regionalizar sus

actividades que conduzcan a una mayor asistencia a los países de la región;

Acuerdan consolidar y fortalecer las reuniones de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe con vistas a lograr una mayor concertación de posiciones, formulación de políticas y estrategias, así como proyección de acciones sobre el tema en la región;

Reafirman, el compromiso de trabajar en conjunto por evitar que continúe el deterioro del medio ambiente y de alcanzar el desarrollo sostenible en beneficio de las generaciones presentes y futuras.

Decisión No. 4

X Reunión de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe

Los Ministros y demás jefes de delegaciones de los gobiernos presentes en la IX Reunión de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, celebrada en La Habana, Cuba, del 21 al 26 de septiembre de 1995,

DECIDEN

1. Aceptar con beneplácito el ofrecimiento hecho por la delegación de Argentina para que la X Reunión de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe tenga lugar en la ciudad de Buenos Aires.
2. Establecer como fecha para la celebración de esa Reunión los días 10 al 15 de diciembre de 1996.
3. Incluir dentro de los preparativos de dicha Reunión la preparación de un estudio que compare los distintos diseños institucionales existentes en América Latina y el Caribe, así como algunos estudios de caso.
4. Prever en la organización de la Reunión la necesidad contar con un formato que facilite a un diálogo directo y exhaustivo entre los Ministros de Medio Ambiente sobre las materias que son de incumbencia de la misma Reunión.
5. Organizar, junto con la X Reunión de Ministros de Medio Ambiente, la celebración de un foro de organizaciones no gubernamentales, que haga posible un diálogo con los propios Ministros.



RUGOMA, S.A.

CARTOGRAFIA

PUBLICACIONES

CARTOGRAFIA INFORMATIZADA

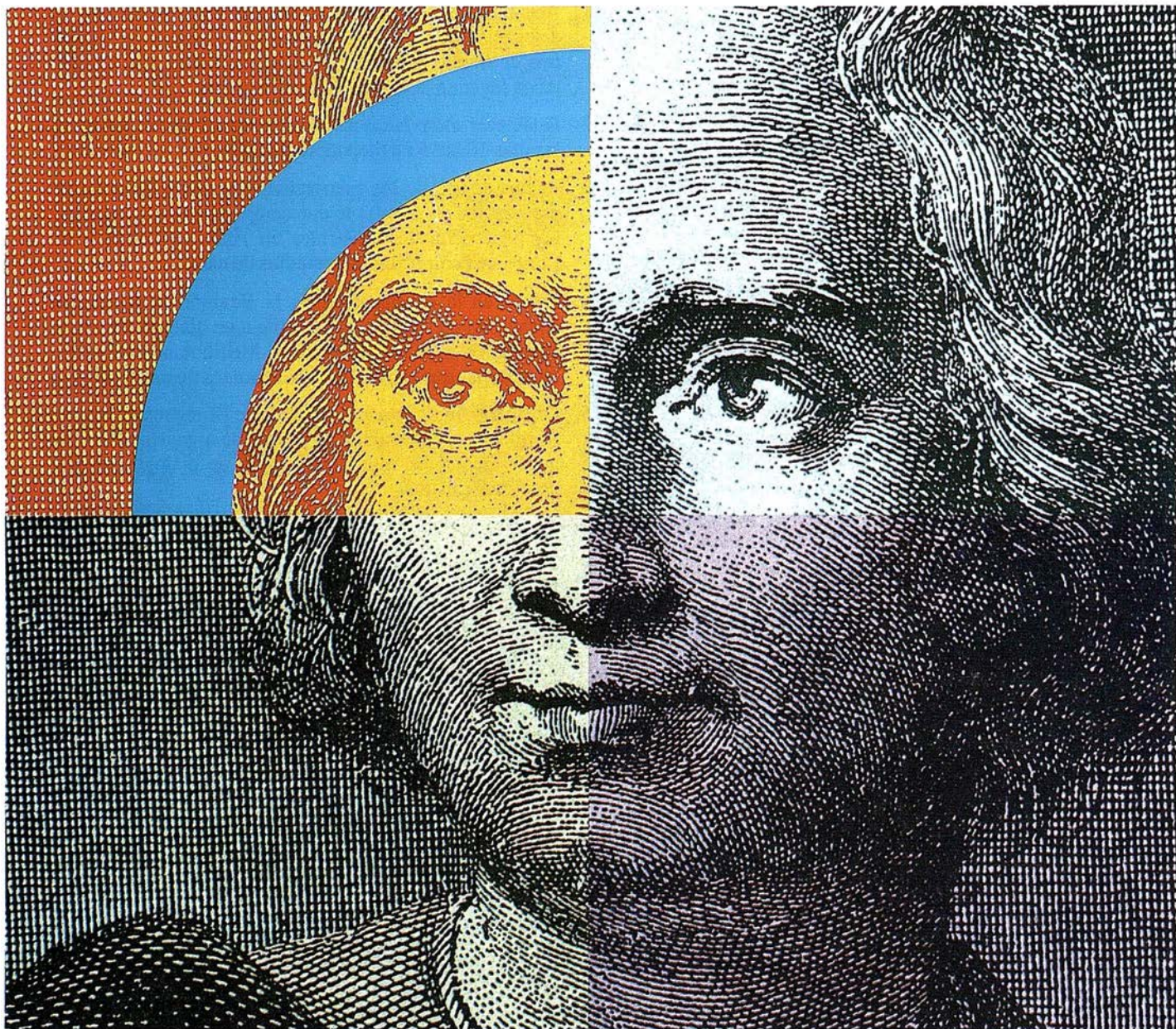
PROYECTOS

LABORATORIO TECNICO FOTOGRAFICO

MAPAS EN RELIEVE



C/ Conde de la Cigera, 4 28040 Madrid
Tels. 5536027/33 Fax 5344708



Querido Cristóbal Colón: Con su genio descubridor y nuestro geosistema SICAD, el descubrimiento de América se hubiera llevado a cabo con un destino seguro.....

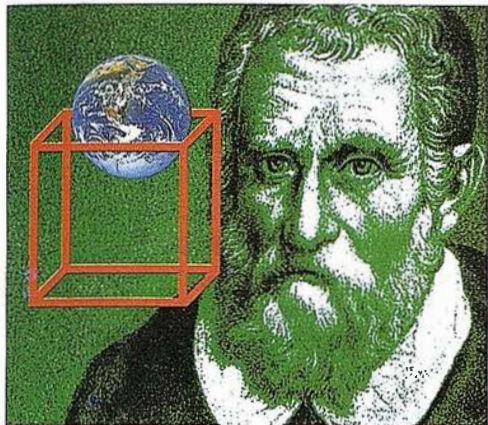


Anticipación y creatividad son, hoy día, los elementos más esenciales que nunca para alcanzar el éxito en el mercado mundial. Siemens Nixdorf le descubre un nuevo mundo con el geosistema de información SICAD/Open, mostrándole una nueva perspectiva de sus datos geográficos. La ciencia evoluciona, la informática se transforma y Siemens Nixdorf se anticipa creando el "estándar en

geomática". SICAD/Open es el resultado de la evolución y experiencia de quince años de liderazgo en el mercado europeo. Desde la obtención de los datos hasta su explotación, el geosistema garantiza la exactitud y precisión de su información geográfica "con toda seguridad". Anticipese y descubra un nuevo mundo del que se beneficiarán no sólo los Cristóbal Colón de hoy día.

Siemens Nixdorf Sistemas de Información S.A.,
Ronda de Europa 5, 28760 Tres Cantos, Madrid,
Tel. 8 03 90 00, Fax 8 04 00 63

La idea europea
Sinergia en acción



Querido Marco Polo, su genio de comerciante y nuestros sistemas internacionales de gestión para empresas de distribución.....

En la actualidad el comercio de la venta, los transportes y el almacenamiento de mercancías se realizan a través de una red de distribución que requiere un alto grado de eficiencia y precisión en la gestión de la información. Los sistemas de gestión de distribución de Siemens Nixdorf ofrecen la solución más adecuada para su empresa.

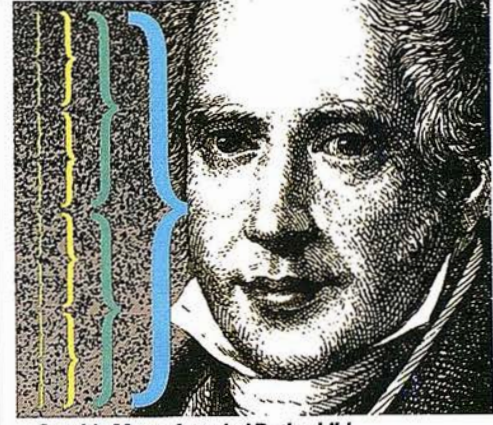
La idea europea Sinergia en acción



Querida Agustina de Aragón: Su espíritu de libertad e independencia está óptimamente expresado en nuestros sistemas abiertos.....

Independencia e libertad. Son los valores que definen el espíritu de Agustina de Aragón. Estos valores se reflejan en su espíritu de libertad e independencia, que se expresa en su espíritu de libertad e independencia. Los sistemas de gestión de Siemens Nixdorf ofrecen la solución más adecuada para su empresa.

La idea europea Sinergia en acción



Querido Mayer Amschel Rothschild, ¿Se lo imagina?, con su talento para ganar dinero y nuestros sistemas de gestión financiera....

En el mundo del comercio, el talento para ganar dinero es el factor clave. Los sistemas de gestión de Siemens Nixdorf ofrecen la solución más adecuada para su empresa.

La idea europea Sinergia en acción



Nuestros servicios profesionales, le llevarán a buen puerto.

Una gama completa de servicios profesionales y técnicos para su empresa. Desde la consultoría y el análisis de requisitos hasta la implementación y el mantenimiento de los sistemas de información. Los servicios de Siemens Nixdorf le ayudarán a alcanzar sus objetivos de negocio.

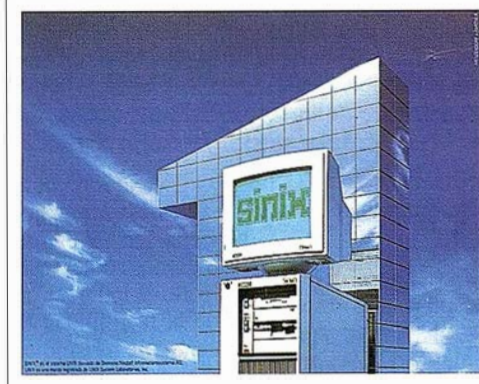
La idea europea Sinergia en acción



Nuestros ordenadores elevan la rentabilidad de su empresa. Desde cualquier nivel.

Una gama completa de PCs y ordenadores para su empresa. Desde la consultoría y el análisis de requisitos hasta la implementación y el mantenimiento de los sistemas de información. Los sistemas de Siemens Nixdorf le ayudarán a alcanzar sus objetivos de negocio.

La idea europea Sinergia en acción



Primera empresa Europea en ordenadores multipuesto Unix. Año tras año.

Desde que nos dio el primer paso en el mundo de los ordenadores multipuesto Unix, Siemens Nixdorf ha sido el líder en este campo. Nuestra experiencia y tecnología nos permiten ofrecer la solución más adecuada para su empresa.

La idea europea Sinergia en acción



Con nuestro Software ofimático trabajan todos mano con mano.

Nuestro sistema ofimático OCS ofrece las más modernas aplicaciones y prestaciones de software para su empresa. Desde la consultoría y el análisis de requisitos hasta la implementación y el mantenimiento de los sistemas de información. Los sistemas de Siemens Nixdorf le ayudarán a alcanzar sus objetivos de negocio.

La idea europea Sinergia en acción

CUENCA DEL RIO TOA S.O.S

Por Antonio Núñez Jiménez
Presidente de la Fundación de la Naturaleza y
el Hombre Fotografías del autor

En nuestro planeta ya son pocos los lugares virginales, donde el Hombre aun no ha profanado la Naturaleza, ni contaminado las aguas, la tierra y la atmósfera. Una excepción es la Cuenca del Toa, en el Oriente de Cuba, donde sus precipitaciones llegan a los 3.500 milímetros anuales y que riegan sus bosques ubérrimos, uno de los paisajes menos conocidos de nuestro país, donde resaltan sus bellezas naturales y sobre todos por sus inapreciables recursos hídricos, todo lo cual nos obliga a preservar tales valores de la Madre Natura que debemos cuidar en su integridad ecológica, labor en la que está empeñado de manera singular nuestro presidente Fidel Castro Ruz.

La cuenca es uno de los accidentes más notables del Grupo Orográfico de Sagua-Baracoa, conceptuada desde el siglo pasado como "tierra incógnita". Tan cierto es esto que allí existen zonas donde aún no ha podido penetrar el Hombre, como es el caso del Arroyo del Infierno, afluente del Quibiján, a su vez afluente del Toa. El Infierno cae en forma de salto de unos 300 metros de altura, el mayor de Cuba y del Caribe y el cual observé desde un helicóptero en 1981 y después en julio de 1995 durante nuestra última expedición geográfica organizada justo a cincuenta años de mi primer viaje al Toa en 1945. En el último viaje sólo pudimos llegar *casi* al pie del salto, a pesar de los recursos de que disponíamos. En enero venidero haremos el asalto definitivo a ese extraordinario accidente geográfico de Cuba.

El Río Toa, tiene 124 kilómetros de largo y posee 72 afluentes.

En nuestra última expedición, usamos cayucas, mulos, poderosos camiones y sobre todo a pie, ocasión en que exploramos la cascada de El Trueno y la de la Faltriquera del Río Quibiján, que por primera vez en nuestra historia pudieron ser medidas y fotografiadas, a más de haber llegado a El Saltadero del Toa y a sus fuentes. Estos últimos accidentes fueron localizados astronómicamente con equipos GPS.

Durante nuestra postrera expedición hubo días de continuo ascenso a pie bajo una impresionante selva, durmiendo durante más de veinte días a la intemperie y en ocasiones sobre el suelo y sin abrigo, porque en ocasiones nos sorprendió la noche desconectados del grueso de los expedicionarios.

La cuenca toana con sus 1.060 kilómetros cuadrados, es la región menos habitada de Cuba, casi desierta, aproximadamente con un habitante por kilómetro cuadrado.

Para tener una idea de la pureza de las aguas del Toa, expongamos el dato de que sólo una despulpadora de café, situada en el pequeño poblado de Bernardo, vierte sus desperdicios en la corriente fluvial, acción negativa muy fácil de eliminar.

Es importantísimo reiterar aquí que la Cuenca del Toa es una impresionante *fábrica* de agua pura en un mundo que se nos avecina caracterizado por la falta o la contaminación hídrica, a tal punto que ya se sabe con certeza que en los próximos años el



Una de la cayucas de nuestra expedición avanza contra la corriente del Toa.

agua potable valdrá más aun que el petróleo. El desastre social de la falta actual de agua en muchas regiones es tan grave que antes los pueblos se morían de hambre y ahora se mueren de sed.

Convertir el Toa en una hidroeléctrica como se pensó en el pasado, sería un crimen de lesa ecología, no sólo porque desaparecerían sus bosques con su riquísima biodiversidad, con especies endémicas de flora y fauna, sino que por la altísima erosión de la corriente no tardaría en llenarse de sedimentos el vaso de la presa, lo cual en definitiva anularía la generación de electricidad.

El endemismo de la flora de la cuenca estudiada es del 54 por ciento, con más de 1.700 especies de las cuales un centenar se encuentran en el Libro Rojo de las especies amenazadas.

En coordinación con la UNESCO: el Gobierno Revolucionario de Cuba ha declarado las siguientes zonas de la cuenca del Toa y áreas aledañas: Reserva Cupeyal del Norte, Reserva de La Melva, Reserva de la Biosfera de las Cuchillas del Toa (declarada por el Programa del Hombre y de la Biosfera de la UNESCO en Marzo de 1981).

Están propuestas por parte del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente como reservas naturales Pico El Toldo, Pico Galano, Quibiján, Puriales de Caujería, Duaba y Yunque de Baracoa, que ya es Monumento Nacional, todos en el Grupo de Sagua-Baracoa.

Después de muchos años de estudios en la Cuenca del Toa podemos afirmar que las dos *fábricas* fundamentales de agua para Cuba son los huracanes y la pluvisilva del Toa. Actualmente tratamos con el Instituto de Cooperación Económica y de Desarrollo de Italia (en coordinación con la Unión Europea) el estudio de la factibilidad de convertir esa región oriental en un gran centro de turismo ecológico que salve esa maravilla de la Naturaleza cubana de la amenaza de su desaparición por una hidroeléctrica que traería como consecuencia inmediata la extinción, no sólo de los últimos bosques vírgenes de Cuba, sino de uno de los ecosistemas tipo amazónico en el Hemisferio Septentrional americano.

MicroStation V5 acelerado para Power Macintosh

El compromiso continuo de Bentley hacia Macintosh para CAD y GIS incluye un programa de actualización competitivo para los usuarios de AutoCAD

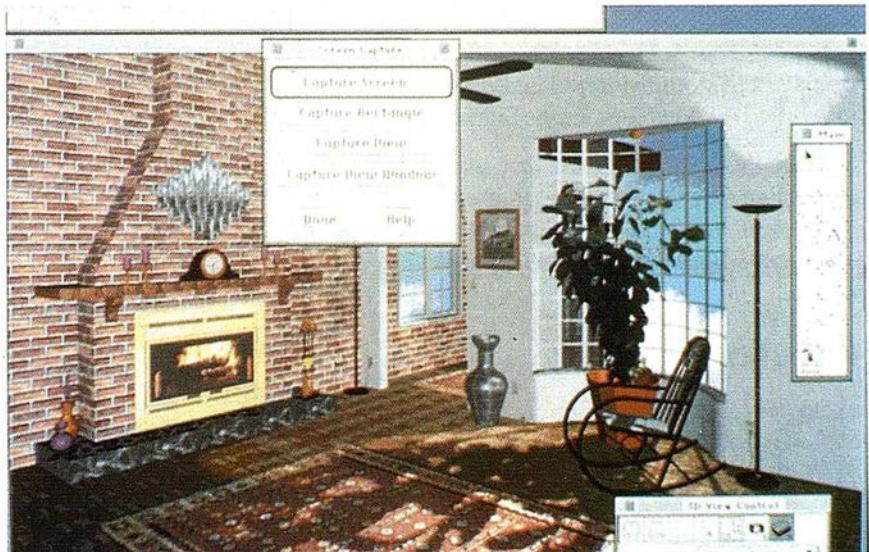
Bentley Systems, Inc., líder en productos y servicios profesionales de CAD para ingenieros, diseñadores y organizaciones cuyo éxito global se basa en el CAD, ha anunciado un programa de actualización competitivo para usuarios de AutoCAD, quienes desean mantener Macintosh o Power Macintosh como plataforma de CAD profesional. Como se informó en la revista americana CADalyst, Autodesk ha abandonado el soporte de todas las plataformas Macintosh en su versión más reciente.

La gama de plataformas hardware soportadas por MicroStation V5 ya incluye las configuraciones Macintosh de 68K. Esta nueva versión de MicroStation V5 ha sido optimizada para aprovechar características de las capacidades de altas prestaciones del Power Macintosh. También soporta las características específicas de Macintosh que incluyen el interface de usuarios Macintosh, alta resolución de impresión y toda la salida de video incluyendo monocromo y color de 4, 8, 16 ó 32 bits.

El director de distribución de Bentley, Greg Bentley comentó: "Mientras otros tienen una lista reducida de plataformas soportadas, la nuestra está en expansión.

Nuestro cometido sigue siendo ofrecer a los usuarios una gama completa de selecciones a los usuarios que quieran plataformas hardware. Sin duda alguna, el Power Macintosh es una de esas selecciones", explicó Greg. "El puro poder, vía de crecimiento, y las capacidades generales hacen de él una seria plataforma CAD, que solamente será incrementada en popularidad.

Larry Tesler, Vicepresidente y Director Científico de Apple Computer, comentó: "Los usuarios de Macintosh en CAD y GIS, son bastante fieles y pretendemos darles muchas razones para que lo sigan siendo. Pensamos que los usuarios existentes y los nuevos estarán satisfechos y tendrán éxito con la combinación Power Macintosh y MicroSta-



tion V5. Los productos que no sólo son líderes en el mercado sino que cada uno de ellos ofrece unas prestaciones, simplicidad y productividad superiores. Nos encanta tener a Bentley y MicroStation V5 en el Power Macintosh".

Reacción de la Industria y de clientes

Un gran número de usuarios de MicroStation ya han elegido y utilizan al Macintosh como principal plataforma de CAD. Tetra Pak Systems International de Suecia, es la fábrica más grande del mundo de cajas de zumo, ha desplegado unos 200 puestos de MicroStation para Macintosh. Mark Neeling, Director de Desarrollo de Ingeniería de Tetra Park, comentó. "MicroStation y Macintosh son una importante parte de nuestros sistemas estratégicos de ingeniería. Para nosotros la nueva combinación debería ser inmejorable".

Baker Oil Tools de Houston, Texas, es usuario de MicroStation para Macintosh. En la actualidad, la compañía tiene más de 60 puestos instalados en diseño de productos y varios cientos de máquinas Macintosh en su organización de ingeniería.

Carleton Howk, editor de la revista AEC Automation, comentó, "Considero que es un desarrollo importante en el mercado AEC para Power Macintosh. Sus poderosas capacidades ahora encajan con lo que es considerado el entorno de CAD más poderoso del mercado. Es una clara ventaja para los usuarios Macintosh, una ventaja para los usuarios de MicroStation, y una combinación digna de consideración para todos los profesionales en AEC.

Mayor número de Plataformas

Ahora MicroStation V5 funciona en una gama completa de plataforma PC y estaciones de trabajo incluyendo DOS, Windows, Windows NT para ordenadores basados en Intel y Apple, AXP de DEC, Macintosh, Sun SPARC, HP Rise, SGI, IBM RS, y ahora Power Macintosh. MicroStation V5 está fabricado tanto para usuarios de todas de proyectos, áreas de trabajo personalizadas y aplicaciones terceras.

Los usuarios pueden trabajar con un interfaz de usuario Windows, Motif o Macintosh. Por lo tanto las compañías pueden mezclar y encajar fácilmente plataformas y elegir la combinación que mejor satisface las necesidades de su organización.

TRAZADO AUTOMATIZADO DE ISOLINEAS. APLICACION DE LA TECNICA DE AJUSTE POR GRADIENTES VERTICALES

Lic. Cibernética-Matemática

Marta Perdomo Pampillo
Alejandro B. Saker Rojas
Verónica Pazos Sierra

Instituto de Geografía de Cuba
Ministerio de Ciencia Tecnología y
Medio Ambiente

RESUMEN

De forma general se explican las técnicas que con más frecuencia se emplean en el trazo de isolíneas, tanto manuales como automatizadas. Se expone la técnica manual de ajuste por gradientes verticales y la necesidad de su aplicación en el trazado de isolíneas temáticas. De forma novedosa, se plantea una solución para el trazado automatizado de isolíneas temáticas que permite, además, tener en cuenta, en caso de ser necesario, la influencia de la altitud en el comportamiento del fenómeno.

INTRODUCCION

Existe un gran número de trabajo, geográficos o no, en que el despliegue gráfico espacial de la información obtenida, esclarece el análisis y coadyuva de una manera más acertada a la toma de soluciones a problemas planteados. Es aquí, donde la Cartografía, como ciencia dedicada al estudio de los métodos adecuados de representación de información en el plano, desempeña un papel preponderante.

La necesidad de obtener dichos resultados de una manera más rápida y precisa, con la información actualizada y de forma interactiva con el usuario, que inclusive pudiera no tener vastos conocimientos de cartografía, ha propiciado, conjuntamente con la disminución de los costos relativos a la adquisición de equipos de cómputo con facilidades para la visualización gráfica,



el desarrollo acelerado de la Cartografía Automatizada y de los Sistemas de Información Geográfica en los últimos años.

A nivel mundial, este desarrollo se observa en multitud de sistemas, que brindan solución cartografía automatizada a varios métodos de representación, fundamentalmente a los de fondo cualitativo, representaciones gráficas no proporcionales e isolíneas.

Las isolíneas es uno de los métodos de representación cartográfica más usados. Se puede decir que en la confección de un atlas, se utilizan en el 25% de los mapas temáticos y si se particulariza en temas como la geofísica, climatología e hidrología, se observa sus utilización en más del 70% de los casos.

Durante la elaboración de mapas temáticos que utilizan la isolíneas como método de representación y en virtud de la zona de estudio y del interés del especialista, puede ser necesario tener en cuenta la influencia que ejerce la altitud en el comportamiento del fenómeno.

El trazado manual de las isolíneas contempla esta posibilidad, existiendo dos técnicas a aplicar según sea el caso.

Sin embargo, aunque la automatización de este proceso ha sido ampliamente tratada por especialistas en las geociencias y en la computación, los resultados obtenidos no tienen en cuenta esa influencia.

En este trabajo se hace una descripción general del empleo de las isolíneas como método de representación cartográfica y de las técnicas manuales y automatizadas que, con más frecuencia, se utilizan para su trazado, y se expone una técnica automatizada que permite tener en cuenta la influencia de la altitud en el comportamiento del fenómeno.

Trazado de isolíneas. Técnicas más usadas

Las isolíneas son curvas que se obtienen de unir o enlazar puntos con los que un determinado fenómeno alcanza el mismo valor. Su aplicación en la representación de fenómenos geográficos no refleja fielmente la realidad, sino que una aproximación a las variaciones de dichos fenómenos en una zona geográfica determinada.

La utilización de las isolíneas como método de representación y análisis car-

tográfico en las geociencias es muy amplia, no sólo en mapas de la naturaleza (climatológicos, hidrológicos, geofísicos, etc), sino también en algunos de los sociales y económicos. Sin embargo, el empleo más difundido es en los mapas topográficos, donde las isolíneas unen puntos de igual altitud; estas isolíneas son denominadas, generalmente, curvas de nivel.

Para el trazado manual de las isolíneas de un fenómeno determinado se puede emplear la técnica denominada **interpolación lineal**, a partir de datos cuantitativos del fenómeno a puntos de una zona determinada de estudio.

Estos puntos son ubicados sobre el plano y el análisis para un determinado valor (valor de la isolínea a trazar), se va realizando por pares de puntos. Para cada par de puntos se determina si el valor a trazar está en el inventario de valores que ellos comprenden y el lugar exacto sobre el plano donde es alcanzado. La ubicación exacta sobre el plano se calcula mediante una regla de tres.

Por otro lado confección automatizada de mapas de isolíneas ha sido ampliamente tratada por especialistas en las geociencias y en la computación.

Las soluciones encontradas, de forma general, parten de dos ideas básicas [PERE86]:

1. Crear, sobre la zona de trabajo, una **red triangular** y trazar las isolíneas sobre las aristas de los triángulos.
2. Crear, sobre la zona de trabajo, una **red rectangular o cuadrada** y trazar las isolíneas sobre los lados de los rectángulos.

Red triangular

La red triangular se forma tomando como vértice de los triángulos los puntos de datos originales. De forma intuitiva, esta solución parece acertada si se analiza que es bastante similar a la técnica de interpolación lineal aplicada por los especialistas en el trazado manual de las isolíneas. Su exactitud depende del fenómeno que se analiza, de la distribución de los puntos de datos y de la triangulación que se obtenga.

Se conocen varios algoritmos para obtener una triangulación a partir de un conjunto S de puntos sobre un plano. El más utilizado obtiene la triangulación a partir del diagrama de Voronoi [PRSH88], el cual consiste en formar un polígono alrededor de cada punto P que pertenece a S, garantizando que todos los puntos que pertenecen al polígono de P están más cerca de éste que de cualquier otro punto de S. A este polígono se le denomina polígono de Voronoi de P. Los triángulos se obtienen trazando segmentos de líneas rectas entre los pares de puntos cuyos polígonos de Voronoi comparten una arista.

Han sido propuestos muchos criterios de lo que constituye una buena triangulación para el trazado de isolíneas, algunos de los cuales plantean maximizar el ángulo mínimo de cada triángulo [EIRA91; PRSH88] o minimizar la suma de las longitudes de las aristas de cada triángulo [PRSH88]. En realidad, con respecto a esto, no se ha llegado a conclusiones definitivas.

Red rectangular o cuadrada

Esta solución parte de la idea superponer una red rectangular o cuadrada sobre la zona de trabajo. El tamaño de los rectángulos que conforman la red, así como la orientación de la misma, puede variar de acuerdo con el interés del especialista y con la distribución que tengan los puntos de datos [PERE86; EIRA88; EIRA91].

Generalmente, esta distribución de los puntos de datos es irregular sobre la zona de trabajo, por lo que los vértices de los rectángulos o cuadrados de la red se pueden agrupar en dos conjuntos Vc y Vd, donde Vc es el conjunto de vértices que coinciden con los puntos de datos originales y que, por consiguiente, se conoce su valor, y Vd es el conjunto de vértices que no coinciden con los puntos de datos originales y que, por consiguiente, resultan ser puntos desconocidos para los que se hace necesario estimar su valor.

Existen diversos métodos de interpolación para estimar el valor de puntos desconocidos, que pueden ser aplicados para obtener el valor de los vértices agrupados en Vd: funciones spline, superficies de tendencias por mínimos

cuadrados, series de Fourier y medias ponderadas incluyendo kriging.

Superficies de tendencia por mínimos cuadrados:

La forma más simple de describir las variaciones graduales de un fenómeno es modelarlas por regresión polinomial. La idea es ajustar una superficie polinomial por mínimos cuadrados a través de los puntos de datos.

Considerando que el valor del fenómeno que se analiza ha sido medido en n puntos sobre la zona de trabajo, las variaciones de éste pueden ser ajustadas por una superficie polinomial de la forma:

$$Z(X, Y) = \sum_{f+s \leq p} (b_{fs} X^f Y^s)$$

donde el entero p es el grado de la superficie. Los coeficientes se calculan de forma tal que se minimice el valor de:

$$\sum_{i=1}^n (Z_i - Z(X_i, Y_i))^2$$

donde Zi es el valor fenómeno en el punto con coordenadas (Xi, Yi) y Z (Xi, Yi) es la evaluación de la superficie polinomial en ese punto.

Para conocer el valor estimado de un punto desconocido, basta con evaluar en la superficie ajustada.

Serie de Fourier:

Las series de Fourier pueden ser usadas para describir las variaciones de un fenómeno mediante una combinación lineal de senos y cosenos. Sin embargo, estas series han sido casi totalmente abandonadas como instrumentos para la interpolación, pues en general las características de la mayoría de los fenómenos son demasiado complejas para mostrar estrictamente periódicas, por lo que se prefieren otros métodos de interpolación.

Spline:

Los splines son funciones definidas por partes y en su definición se asegura que las uniones entre una parte de la curva y otra sean continuas. Esto hace posible modificar una parte de la curva

sin tener que recalcular la totalidad de ella.

El término spline bicúbico es usado para casos en los que se necesite interpolar superficies en lugar de líneas. Al igual que en las superficies de tendencias por mínimos cuadrados, para conocer el valor estimado de un punto desconocido, basta con evaluar en el spline bicúbico obtenido.

Medias ponderadas:

Uno de los métodos de interpolación del valor de un punto desconocido más utilizado, es calcular el valor promedio a partir de los puntos de datos que se encuentran en una vecindad local al punto desconocido. Sin embargo, puede notarse que la influencia que, sobre el valor promedio interpolado en el punto desconocido, tiene un punto de datos más cercano a éste es mayor que la de uno más alejado, por lo que es natural sentir que la estimación debe ser ponderada por una función de la distancia entre los puntos de datos y el punto desconocido.

La ponderación más utilizada e el inverso de la distancia al cuadrado, mediante la cual, el valor estimado para el punto desconocido es expresado como:

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{Z_i}{d_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^2}}$$

donde n es la cantidad de puntos dentro de la vecindad, Z_i es el valor del fenómeno en el punto de datos i y d_i es la distancia del punto de datos i al punto desconocido.

El tamaño de la vecindad tiene un efecto definido en la estimación del valor de los puntos desconocidos. Vecindades pequeña enfatizarán en las variaciones de corto rango y vecindades grandes reducirán estas variaciones es favor de efectos de rango mayor. A pesar de esto, el tamaño es usualmente establecido para que en la estimación intervengan una cantidad determinada de puntos de datos.

Kriging:

Los métodos de interpolación por medias ponderadas dejan algunas preguntas sin responder:

- ¿Cuán grande deber ser la vecindad?
- ¿Existen formas mejores de ponderación que como una simple función de la distancia?

Estas preguntas condujeron a desarrollar un método de interpolación basado en obtener ponderaciones que permitan optimizar la función de interpolación, es decir, que proporcionen una mejor estimación del valor en un punto desconocido.

El kriging, como se denominó posteriormente a ese método, parte del reconocimiento de que las variaciones espaciales de determinados fenómenos son demasiado irregulares para ser modeladas por una función matemática suave y su éxito descansa en la validez de algunas suposiciones importantes sobre la naturaleza estadística de estas variaciones.

Aplicación de la técnica de ajuste por gradientes verticales

En virtud del fenómeno analizado, de la zona de estudio y del interés del especialista, puede ser necesario considerar, durante el trazado de las isólinas, como influye la altitud en el comportamiento del fenómeno. La altitud es un factor de mucho interés y necesario de tener en cuenta, principalmente en zonas montañosas, territorios donde se manifiesta de forma significativa su influencia sobre numerosos fenómenos naturales y donde, además, no se encuentra con un gran número de puntos de medición.

Para el trazado manual de las isólinas, considerando la influencia de la altitud, se emplea la técnica denominada **ajuste por gradientes verticales**, que requiriéndose para su aplicación, no sólo de los datos cuantitativos del fenómeno en los puntos de medición, sino también, de la altitud a la que estos puntos se encuentran.

En condiciones tropicales, la influencia del relieve, para el trazado de isólinas,

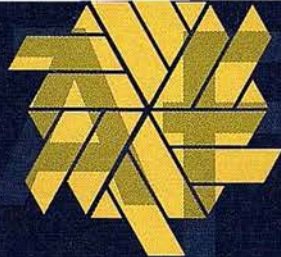
se comienza a notar generalmente a partir de los 100 metros de altitud, que es donde se empieza a definir las zonas montañosas; aunque, de forma general, este valor puede variar en dependencia del fenómeno, de las características geográficas del lugar y de los intereses del especialista. A los efectos de este trabajo, dicho valor será definido como **cota de altitud**.

Esta influencia se manifiesta de diferentes formas entre los sistemas montañosos e incluso, dentro de un mismo sistema, provocando que a una misma altitud existan diferentes comportamientos del fenómeno. Ello está determinado, fundamentalmente, por distintos aspectos como la ubicación geográfica (latitud y longitud), la longitud de las pendientes y la exposición diferente de ambas laderas a la radiación solar. Estos aspectos se tiene en cuenta mediante el establecimiento de gradientes verticales para cada caso particular, los cuales la variación cuantitativa del fenómeno en función de la variación de la altitud.

Para calcular cada gradiente, se parte de una curva de ajuste asociada a cada una de las regiones donde la influencia de la altitud se manifiesta de forma diferente. Cada curva es el resultado de ajustar la altitud y el valor del fenómeno de los puntos de medición de una determinada región (por lo general, de aquellos puntos donde la altitud es mayor o igual que la cota de altitud).

Estos ajustes son los que se consideran en el trazado de las isólinas, auxiliándose además de un mapa topográfico. Una isólinea, de determinado valor, es una generalización de la curva de nivel correspondiente a la altitud donde dicho valor es alcanzado con el ajuste realizado en la región.

La importancia de tener en cuenta la influencia de la altitud en la confección de mapas temáticos que emplean las isólinas como método de representación y la necesidad de obtener de forma automatizada estos mapas, conlleva a concebir una solución para el trazado automatizado de isólinas que permite tener en cuenta la influencia de la altitud, aspecto éste nunca antes contemplado en la autorización.



VUELOS

TOPOGRAFÍA

ORTOFOTOGRAFÍA

CARTOGRAFÍA

FOTOGRAMETRÍA

TRATAMIENTO DE IMÁGENES

este es

nuestro territorio



GRAFOS

información geográfica y diseño, s.a.

La solución parte de superponer una **red rectangular o cuadrada** sobre la zona de trabajo y vincula la técnica automatizada de **medias ponderadas tomando como ponderación el inverso de la distancia al cuadrado** y la esencia de la técnica manual de **ajuste por gradientes verticales**, para estimar el valor del fenómeno en los vértices o nodos desconocidos de la red.

Para la aplicación de estas técnicas se requieren los siguientes datos:

- Datos relativos al fenómeno: coordenadas de ubicación y valor del fenómeno en los puntos de medición.
- Datos relativos a la altitud: coordenadas de ubicación y valor de altitud, tanto en los puntos de medición como en puntos adicionales a fin de contar con mayor información del comportamiento del relieve, fundamentalmente, en aquellas regiones donde se desea considerar la influencia de la altitud en el comportamiento del fenómeno, es decir, donde la altitud es mayor que determinada cota de altitud.

Al igual que en la técnica manual de ajuste por gradientes verticales, se debe tener una función o curva para cada una de las regiones donde la influencia de la altitud se manifiesta de forma diferente.

A partir de todo lo anterior, se puede interpolar el valor del fenómeno para cada uno de los nodos de la red, pero la forma en que se realiza esta interpolación está determinada por la altitud a la que se encuentra el nodo.

El proceso de estimación del valor del fenómeno para cada nodo puede describirse de la siguiente manera:

- Se estima el valor de altitud del nodo, a partir de los datos relativos a la altitud, aplicando la técnica de medias ponderadas tomando como ponderación el inverso de la distancia al cuadrado.
- Si la altitud del nodo es menor que la cota de altitud, el valor del fenómeno en el nodo se obtiene, a partir de los

datos relativos al fenómeno, aplicando la técnica de medias ponderadas tomando como ponderación el inverso de la distancia al cuadrado.

- Si no, o sea, si la altitud del nodo es mayor o igual que la cota de altitud, el valor del nodo es el resultado de evaluar su altitud en la función de ajuste correspondiente.

Una vez que se ha estimado el valor de cada uno de los nodos de la red, las isolíneas son trazadas sobre los lados de sus triángulos o cuadrados.

Conclusiones

Este trabajo es el resultado de un estudio realizado, no sólo de las técnicas aquí planteadas, si no también de algunos de los softwares existentes, a partir del interés en el Instituto de Geografía del Ministerio Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de elaborar, de forma automatizada, mapas temáticos empleando las isolíneas como métodos de representación.

Una variante de la solución aquí planteada se empleó en la implementación de un software que permite obtener mapas temáticos de isolíneas, incluso cuando se considera la influencia de la altitud. Dicha implementación considera que la influencia de la altitud sobre el fenómeno se comporta de forma homogénea en toda la zona de trabajo, es decir, solamente se permite el establecimiento de una función de ajuste para toda la zona de trabajo.

Además, esta solución, puede servir de base para posteriores estudios con el objetivo de investigar y crear nuevas técnicas que permitan obtener, de forma automatizada, mapas de isolíneas cada vez más precisos y de acuerdo a las necesidades y conocimientos de los especialistas.

Bibliografía

- [BURR86] Burrough, P.A.:
"Principles of geographical information system for land resources assessment".
Clarendon Press, Oxford, 1986.

- [DOZO8?] Downing, J.A. y S. Zoraster:
"An adaptive grid contouring algorithm".
Archivos del IGN-Francia, 1987.

- [EIRA88] Eiranova, L.:
"Sistema para el trazado de mapas topográfico".
En: Ingeniería Industrial, Vol IX, No.3, Cuba, 1988. pag. 281-287.

- [ERIRA91] Eiranova, L.:
"Triangulación".
Informe técnico. Centro de Estudios de Información y Sistemas (CEIS). Instituto Superior Politécnico José A. Echevarría, Ciudad de La Habana, 1991.

- [MOWI63] Monkhouse, F.J. y H.R. Wilkinson:
"Mapas y Diagramas".
Oikos-tau, s.a., Barcelona, España, 1963.

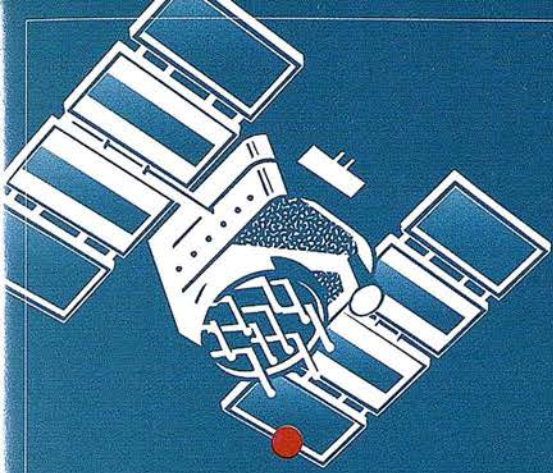
- [NANC88] "Nuevo Atlas Nacional de Cuba".
Editado por el Instituto de Geografía, ACC y el Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía.
IGN- España, 1988.

- [PAJ93] Pazos, V y M.I. Jiménez:
"Sistema Automatizado de Isolíneas Temáticas".
Trabajo de Diploma. Facultad de Matemática y Computación.
Universidad de La Habana. Ciudad de La Habana, 1993.

- [PERE85] Pérez, J.A.:
"Sistema de representación interactivo con posibilidades para el diseño".
Tesis de Candidatura, Ciudad de La Habana, 1985.

- [TRUS83] Trusov, I.I, A. Izquierdo y L.R. Díaz:
"Características espaciales y temporales de las precipitaciones atmosféricas en Cuba".
Editorial Academia, La Habana, Cuba, 1983.

- [VABA90] Valenzuela, C.R. y M.F. Baumgardner:
"Selection of appropriate cell size for thematic maps".
En: ITC Journal, No 3, 1990.



GPS Hablar de GPS es hablar de los sistemas GPS de Trimble. Desde la aparición del primer receptor GPS económico en 1984, Trimble ha invertido más de dos millones de horas/hombre en I+D hasta la fecha. Esto garantiza la más avanzada tecnología, una fiabilidad demostrada y un diseño de fácil uso que se combinan para generar la más alta productividad.

EL MEJOR SISTEMA GPS DEL MUNDO, AHORA EN ISIDORO SANCHEZ

Sólo en Trimble podrá encontrar solución a todas las necesidades GPS, desde sistemas topográficos llave en mano, que incluyen todos los elementos físicos y lógicos necesarios, hasta una serie completa de productos cartográficos y soluciones para Sistemas de Información Geográfica, e incluso productos para navegación.



 **Trimble**

LA SOLUCIÓN GPS

El liderazgo de Trimble en Topografía GPS va más allá de sus productos, se extiende a sus colaboradores. Por eso Isidoro Sánchez, S. A.,

única empresa registrada en el sector con certificado AENOR de calidad, ha recogido el reto que supone, y en su línea de ofrecer siempre el mejor servicio y la tecnología más avanzada, está orgullosa de distribuir los Sistemas GPS de Trimble y ofrecer el apoyo que asegura la más completa cobertura a sus clientes.



**LA MEJOR TECNOLOGÍA,
EL MEJOR SERVICIO AL CLIENTE**

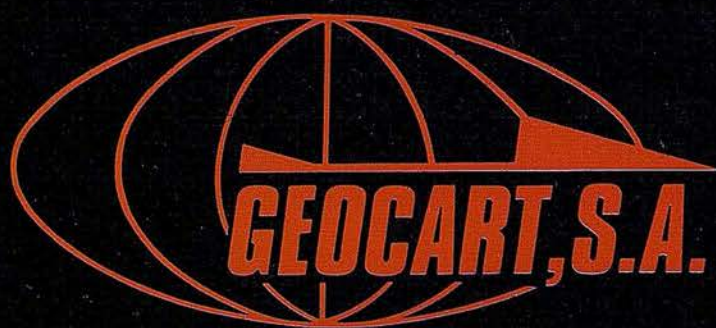


Isidoro Sánchez, S. A.

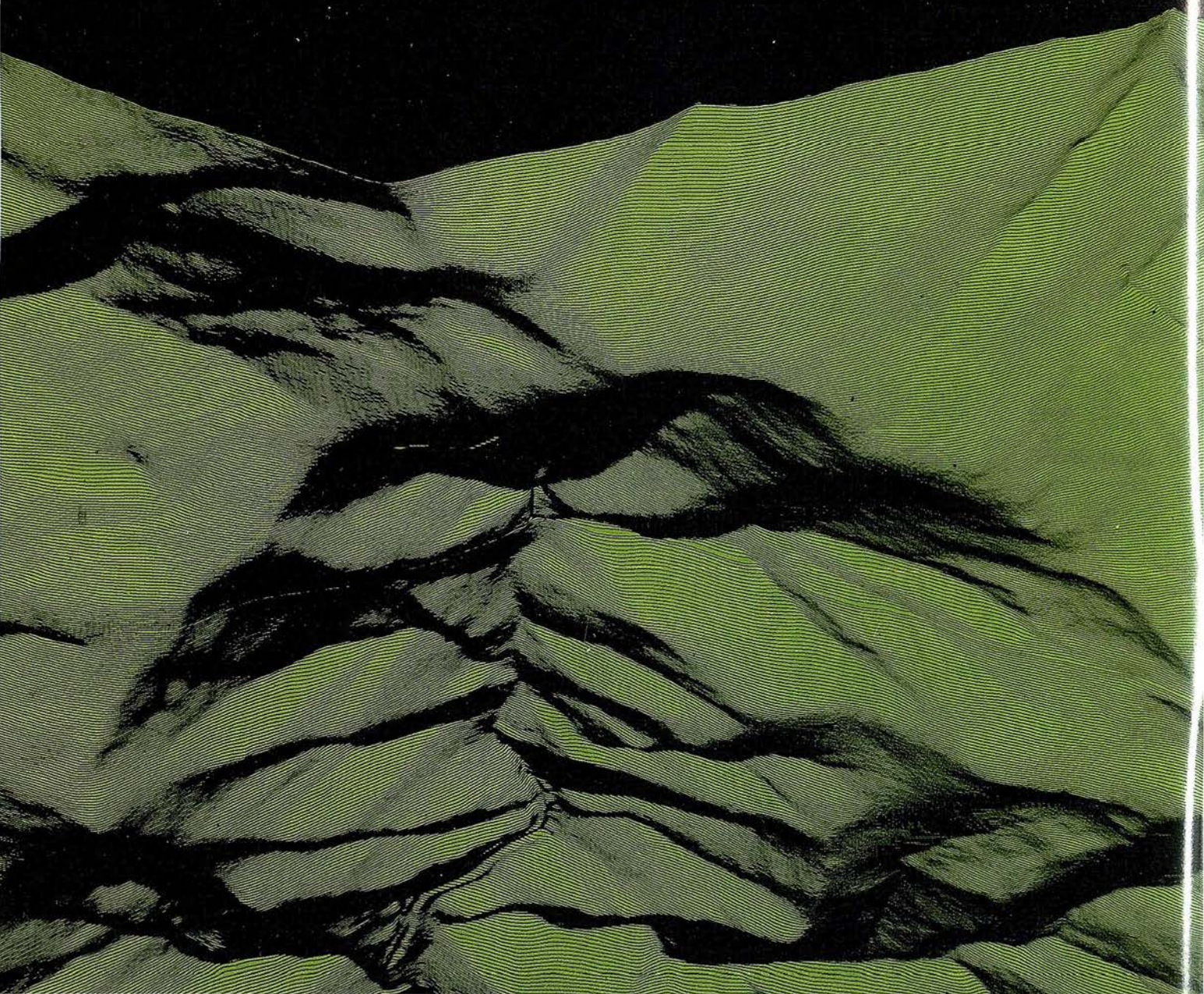


Ronda de Atocha, 16. 28012 MADRID

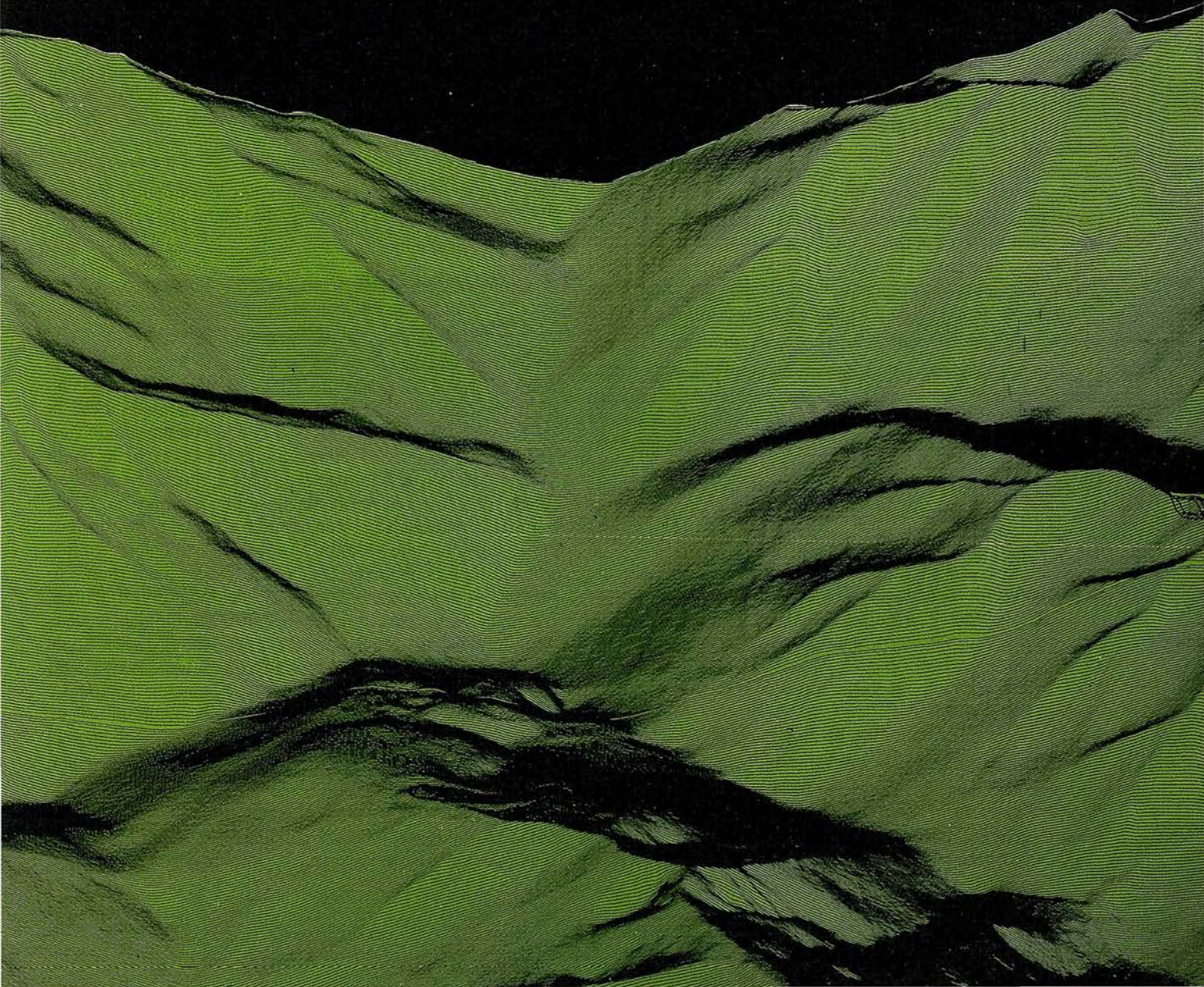
Tel: (91) 467 53 63 Fax: (91) 539 22 16



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.



CONCEPTOS SOBRE GENERALIZACION DE BASES DE DATOS MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA

Aplicación a la abstracción de información hidrográfica para la modelización a escala regional

José Antonio Martínez Casasnovas ¹

¹ Universidad de Lleida, Departamento de Medio Ambiente y Ciencias del Suelo Rovira Roure, 177, 25198 Lleida, e-mail: josean.aetseal.upc.es

RESUMEN

La integración de datos temáticos de diferentes escalas para su análisis, o la producción de mapas menos detallados a partir de mapas más detallados, son procesos que requieren de la generalización de información geográfica. La abstracción de información es uno de los procesos implicados en la generalización. Consiste en la determinación de los objetos que deben existir en la situación generalizada a partir de información a mayor resolución. La abstracción suele basarse en conocimiento experto, y utiliza relaciones topológicas para determinar cómo objetivos elementales se unen para formar objetos más complejos a un nivel de agregación superior.

Los SIG, dada su capacidad de registro y manejo de las relaciones topológicas, constituyen una herramienta muy útil para la automatización de procesos de abstracción de bases de datos espaciales. Como ejemplo se presenta la implementación de una estructura jerárquica para la agregación de información hidrográfica, desarrollada con el fin de modelizar la erosión a múltiples escalas semidetalladas y de reconocimiento. Esta aplicación ha sido creada utilizando los softwares ArcInfo TM y Oracle RDBMS TM.

Palabras clave: Generalización de bases de datos, Abstracción de información, SIG, Estructuras de agregación de información.

ABSTRACT

The integration of thematic information at different resolution levels for their analysis, or the production of less detailed maps from more detailed maps, are processes that require generalization of geographic information abstraction is one of the main generalization processes. It implies the

determination of objects that exist in the generalized situation from more detailed information. This process is usually based on expert knowledge, and it uses topological relationships to determine how elementary objects make up more complex objects at a higher aggregation level.

GIS, due to their capacity to register and manage topological information, constitute very useful tools to automate database abstraction processes. As example, it is presented the implementation of an aggregation hierarchy structure for hydrographic information in order to model erosion at multiple semidetalled and generalized scales. This application is developed using the softwares ArcInfo TM and Oracle RDBMS TM.

Key words: Database generalization, Information abstraction, GIS, Aggregation hierarchy structures.

1. Introducción

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) tienen su comienzo en la década de los 60, cuando la tecnología informática permitió su desarrollo. En un principio surgieron con el fin de mantener inventarios de recursos naturales a escala nacional. Posteriormente, los SIG han ido incorporando funciones para facilitar las operaciones de análisis espacial, como la superposición de información temática, funciones de proximidad, etc., que anteriormente se venían haciendo de forma manual. A partir de aquí, y en paralelo al avance de otros tipos de sistemas de información y programas de diseño gráfico asistido por ordenador, los SIG han ido incorporando numerosas funciones para la transformación de los datos y su análisis, p.e. modelos digitales de terreno, análisis hidrológico, análisis de redes, análisis estadístico, etc. También, el desarrollo de los sistemas gestores de bases de datos ha incrementado las posibilidades de manipulación de la información temática.

Hoy día, estos sistemas han llegado a ser una herramienta fundamental en la transferencia de conocimiento del mundo real a modelos, que son utilizados en el análisis y toma de decisiones en muy diversas aplicaciones dentro de campos como la gestión de recursos naturales y medio ambiente, la planificación urbana y el catastro, por citar algunos ejemplos.

La esencia o razón de ser de los SIG, y en definitiva lo que los distingue de otros sistemas de información, es su capacidad para la manipulación y análisis de información referente a objetos o fenómenos que ocurren en la superficie de la tierra. Quizá, de entre todas las funciones que puede tener un SIG, la más importante es la producción de información georeferenciada para el apoyo en la toma de decisiones sobre problemas que afectan al territorio. Además, cabe destacar la utilidad de los SIG para el mantenimiento de inventarios y producción de mapas asistida por ordenador.

En relación a estas utilidades, uno de los problemas más frecuentes con los que se encuentra el usuario del SIG a la hora de realizar el análisis de información temática referente a un área de estudio determinada, es la integración de datos procedentes de diferentes fuentes a distintas escalas. El análisis concurrente de la información requiere que todos los mapas o coberturas estén en la misma escala, y lo que es más importante, que la información contenida en ellos esté a un nivel de agregación adecuado a dicha escala (el nivel de detalle en la descripción temática y geométrica debe corresponderse con el detalle que se puede identificar y representar a la escala). Este hecho requerirá de un cambio de escala, de mayor a menor detalle, de los mapas o bases de datos a mayor resolución cuando se integren con mapas a menor resolución (generalización), o bien una toma adicional de datos para los temas que requieran de un menor a mayor detalle (especialización). El primer caso (generalización) es el más frecuente en los estudios realizados mediante SIG, especialmente en las aplicaciones relativas al medio ambiente y recursos naturales, en los que a menudo se llevan a cabo estudios a escalas semidetalladas o de reconocimiento, y en los que se combinan datos procedentes de mapas con imágenes de satélite.

Por otra parte, y respecto a la producción de mapas, es ampliamente conocido que la generalización de la información es uno de sus aspectos centrales. La mayor parte de los mapas de pequeña y media escala son producidos mediante generalización de mapas más detallados. Hasta fechas recientes, los mapas han existido solamente en formato analógico (p.e. papel, film de poliéster, etc.). El proceso de generalización cartográfica básicamente consistía en la reducción fotográfica del mapa a generalizar y el redibujamiento de los objetos de acuerdo a la escala final, tema y/o leyenda del mapa final (Lagrange et al., 1993). Actualmente, la información se almacena y se mantiene en formato digital, en bases de datos espaciales, que contienen los datos geométricos asociados a los datos temáticos.

En ambos casos (integración de fuentes de datos a diferentes resoluciones como producción de mapas menos detallados), el proceso de la generalización es similar. Consta de dos fases claramente diferenciadas. La primera, denominada **abstracción de la información**, es subjetiva y depende en gran medida de los conocimientos e intuición de la persona que realiza la generalización. La segunda, **generalización cartográfica**, se refiere al refinamiento cartográfico posterior a la determinación de qué objetivos y a qué nivel de agregación ocurren en la situación final.

A parte de las capacidades de los SIG ya mencionadas, las estructuras de datos donde se contiene la información geográfica permiten también el registro de las relaciones espaciales entre los objetos. Este hecho es fundamental para el proceso de abstracción de la información. Frecuentemente la representación a escalas menos detalladas consiste en objetos compuestos a partir de objetos más elementales que se agrupan según su clase y adyacencia, conectividad o proximidad. Así, tanto la capacidad de registrar como de manipular la información topológica hace de los SIG una plataforma idónea para la abstracción de bases de datos espaciales.

El presente artículo hace referencia al aspecto más conceptual de la generalización: la abstracción de información geográfica y en particular a la abstracción automática de bases de datos digitales mediante SIG, como precursor de la generalización de mapas temáticos para su análisis y/o representación a diferentes escalas. En primer lugar se introducen algunos conceptos básicos sobre la modelización de la información geográfica en SIG, con vistas a crear estructuras de datos que soporten procesos de abstracción automática de información. También se explican aspectos relativos a la definición de objetos: jerarquías de clasificación, agregación y asociación que son fundamentales a la hora de conectar diversos niveles de agregación de la información. Finalmente, se presenta un caso de aplicación, que muestra la definición de una jerarquía de agregación como soporte a la generalización de información hidrográfica a escala regional y su implementación con los softwares ArcInfo TM y Oracle RDBMS TM.

2. Modelización de la información geográfica en SIG (conceptos básicos)

La información geográfica es usada para describir objetos o fenómenos que ocurren en la superficie terrestre. Esta información viene dada como la descripción temática en forma de atributos asociada a la descripción geométrica de los objetivos.

Esta descripción se hace siempre dentro del contexto del usuario, condicionado por la ciencia o disciplina que trata el tipo de información a representar, de los objetivos de la aplicación y de la escala del mapa o nivel de agregación de la información en la representación.

En SIG existen dos métodos fundamentales para conectar la descripción temática a la geométrica (Molenaar, 1993): a) la conexión de los atributos a la posición del terreno que se describe (enfoque raster, Figura 1), y b) la identificación de objetivos en el terreno que son descritos por sus características temáticas y geométricas. De este modo la representación de un objeto consiste de su identificador, conectado por el lado con una lista de atributos que contiene la información temática y por otro a la geometría (Figura 1). Este último método, proporciona una representación plana (por medio de puntos y líneas) de los objetivos del terreno, que permite amplias posibilidades para el registro y análisis de las relaciones espaciales entre los objetivos y que proporciona a su vez una estructura flexible para la abstracción de la información.

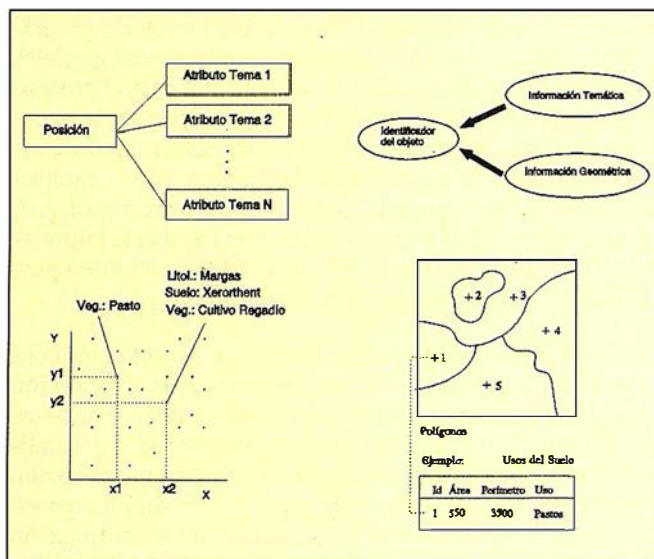


Figura 1.- Diferentes modos de conexión entre los datos temáticos y geométricos: Modo terreno (izq) y Modo objetivo (dcha).

La estructura de datos más extendida y usada, que mejor soporta el modo de descripción mediante objetos, registrado también las relaciones espaciales entre los elementos geométricos que forman la representación, es la estructura vectorial topológica. El modo de derivar las relaciones espaciales entre objetos se basa en reglas de adyacencia y conectividad aplicadas a los elementos geométricos elementales, arcos y nodos, que forman la representación del terreno en este tipo de modelo (Burrough, 1986; Aronoff, 1989; Egenhofer & Herring, 1991; Molenaar, 1991). La relación entre todos los elementos geométricos que describen una situación, los objetivos representados y sus clases se muestran en las **estructuras formales de datos (EFD)**. Como ejemplo, en la Figura 2 se muestra una EFD para mapas vectoriales según un modelo topológico (Molenaar, 1989).

La descripción temática es uno de los aspectos fundamentales en la definición de objetivos o fenómenos según el modo objeto. En ésta hay diversos conceptos básicos que deben ser comprendidos para su posterior uso en procesos de abstracción de la información, agregación y asociación.

3. Estructuras implicadas en la definición de objetos

Temáticamente, los objetos se describen por medio de su pertenencia a clase, según criterios definidos dentro del ámbito científico y/o disciplinario del usuario (la distribución espacial no es considerada). Cada clase tiene un nombre (p.e. suelos) y una lista de atributos, que define las características temáticas de los objetivos que pertenecen a la clase (p.e. clase FAO, textura, profundidad, infiltración, etc.). Dos objetos pertenecientes a la misma clase son descritos por la misma lista de atributos, aunque los valores de éstos difieren. Este concepto puede ser extendido a la definición de superclase. Así, una superclase agrupa a clases que tienen en parte la misma lista de atributos. De este modo se puede construir una **estructura jerárquica de clasificación**. Esta caracteriza te-

máticamente a los objetivos a distintos niveles de detalle, desde una descripción más general en los niveles más altos de la jerarquía a una descripción más detallada a los niveles más bajos. Este tipo de estructura conecta los diferentes niveles por medio de relaciones uno-a-muchos (1:M), que son fácilmente implementables en una base de datos relacional en un entorno SIG (Figura 3).

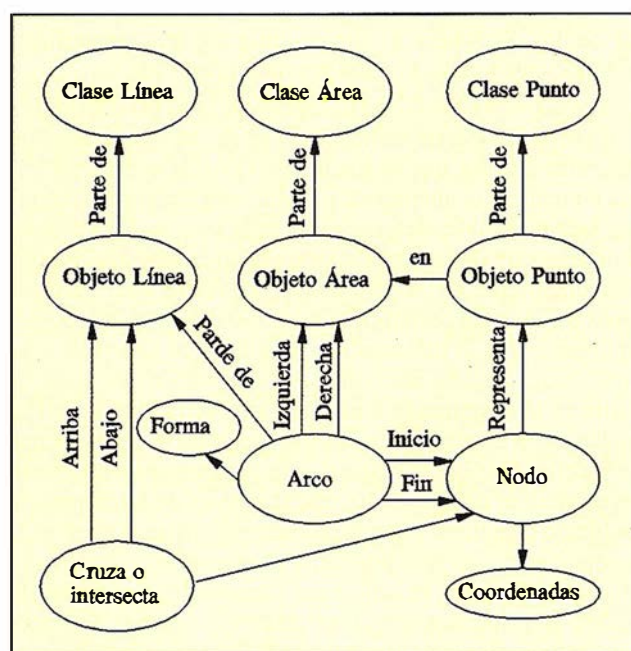


Figura 2.- Estructura Formal de Datos (EFD, Molenaar, 1989): Relaciones entre los elementos que forman la representación del terreno en un plano según un modelo vectorial topológico.

Así, un sistema de clasificación es la representación formal de un campo temático, que se caracteriza por la estructura jerárquica de clases. El movimiento a lo largo de la estructura implica una **generalización o especialización** en la definición temática de los objetos, aunque no implica cambios en la geometría o topología de éstos.

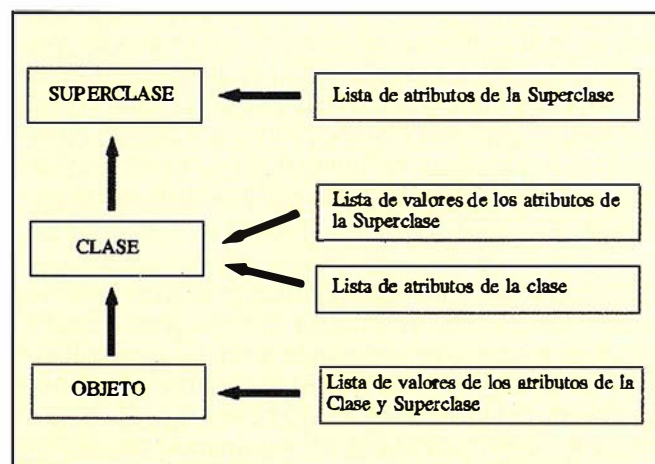
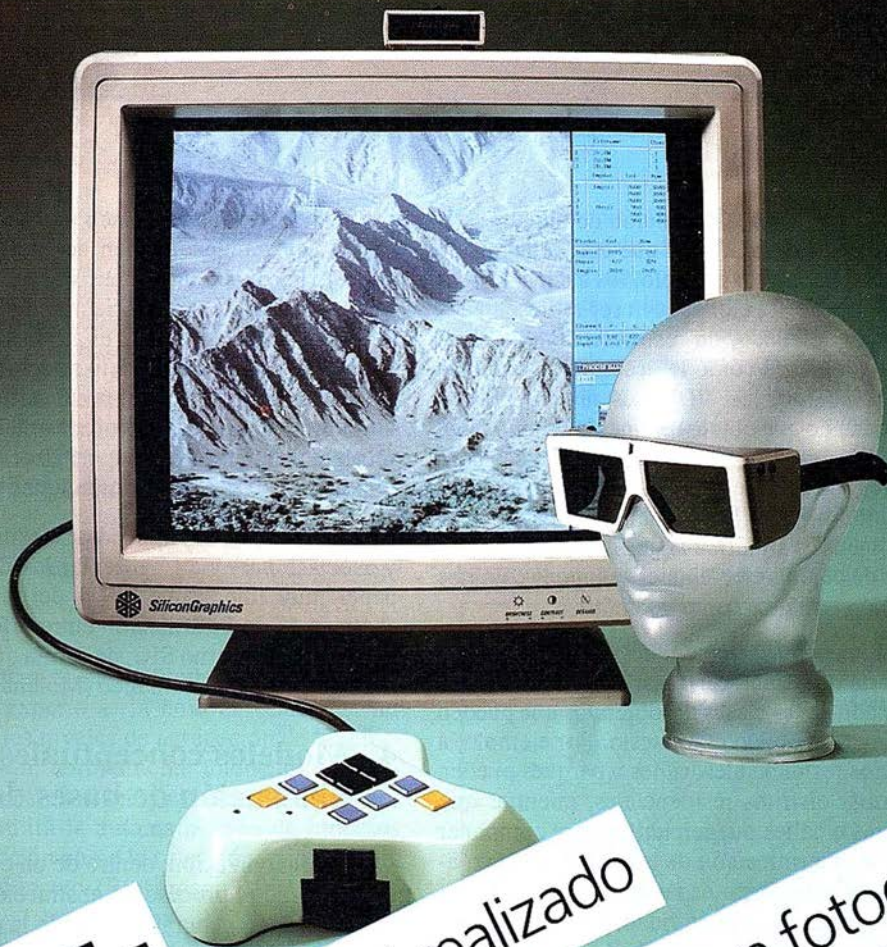


Figura 3.- Estructura de un sistema jerárquico de clasificación.



PHODIS® ST –
 el estereorrestituidor digital realizado
 por especialistas en fotogrametría

Con **PHODIS® ST**, Carl Zeiss aporta a la técnica digital su amplia experiencia en este ramo.

Las características de **PHODIS® ST**:

- Procedimientos automáticos de orientación
- Restitución con PHOCUS®, CADMAP y paquetes CAD/GIS
- Superposición estereoscópica en color
- Hardware de alta calidad con estación de trabajo de Silicon Graphics, mouse fotogramétrico y observación estereoscópica LCS.

PHODIS®, el sistema de proceso de imágenes fotogramétricas digitales de Carl Zeiss resuelve otras tareas más:

- Barrido de alta precisión de fotogramas aéreos por PhotoScan PS 1
- Generación automática de modelos altimétricos digitales con TopoSURF
- Producción y salida de ortofotos digitales con PHODIS® OP.

Carl Zeiss –
 Cooperación a largo plazo



Carl Zeiss S.A.
 División de Fotogrametría
 Avda. de Burgos, 87
 28050 Madrid
 Tel. (91) 7670011
 Fax (91) 7670412

Otro aspecto importante en la definición de objetos es el **nivel de agresión de la información**, que está relacionado con la escala representación. Por ejemplo, los suelos, la geomorfología, los usos del suelo, etc. pueden ser representados a nivel detallado, semidetallado, de reconocimiento, etc. A cada nivel, tanto la geometría como la descripción temática será diferente. Sin embargo, los diferentes niveles pueden conectarse por el hecho de que objetos elementales a un nivel de agregación más alto (menos detallado) pueden ser considerados como agregado de objetos elementos elementales a un nivel de agregación inferior (más detallado). Es decir, la agregación de los objetivos significa la definición de objetos compuestos a partir de objetos elementales, y supone cambios tanto en la descripción temática como geométrica.

Para agregar objetos más elementales en objetos más complejos es importante establecer (Martínez Casasnovas, 1994b): a) determinado de las clases de objetivos que pueden ser unidos para formar un objeto compuesto. Por ejemplo, a nivel urbano, edificios residenciales, calles y parques pueden ser unidos para formar distritos residenciales, mientras que industrias y carreteras o calles pueden unirse para componer zonas industriales; b) determinación de las reglas de agregación, que se basan en relaciones espaciales o topológicas, como por ejemplo adyacencia, conectividad, proximidad, etc. Por ejemplo, los bloque residenciales pueden unirse a los parque si son adyacentes, o están a una distancia determinada.

Otro ejemplo sería el mostrado en la Figura 4, donde se representa la agregación de unidades de suelos como consecuencia de la generalización. Debe apreciarse el cambio en la definición geométrica y temática de las unidades.

La estructura que muestra como objetivos compuestos pueden ser formados a partir de objetivos elementales, y como estos compuestos pueden ser unidos para formar objetivos más complejos se denomina **estructura jerárquica de agregación** (Molenaar, 1993; Richardson, 1993; Martínez Casasnovas, 1994a). La Figura 7 muestra un ejemplo de este concepto.

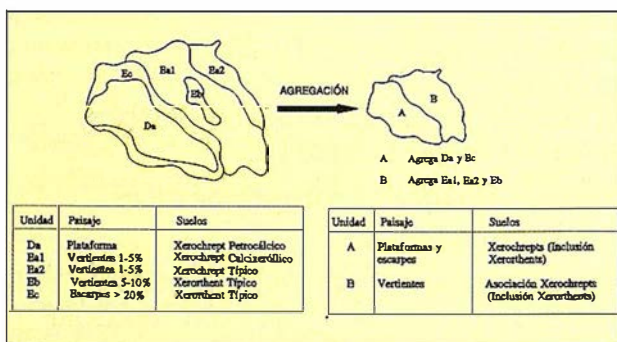


Figura 4.- Ejemplo de agregación de unidades de suelos de un nivel más detallado a uno más generalizado (Martínez Casasnovas, 1994b).

Un tercer concepto en la definición de objetos son las **asociaciones**. Una asociación es un conjunto de objetos elementales que se unen para formar un objeto más complejo con la única característica de tener algo en común. No es necesariamente una consecuencia de un cambio de escala. A diferencia de las clasificaciones y agregaciones, se definen

por relaciones que no tienen por qué ser exclusivamente del tipo 1:M, también pueden ser del tipo muchos-a-muchos (M:N). Es decir, un objeto puede formar parte al mismo tiempo de más de una asociación. Las asociaciones requieren de una estructura especial en las bases de datos para hacerse explícitas, p.e. en un modelo relacional una relación del tipo M:N necesitará de una tabla específica que contenga la relación entre miembros de diferentes clases de objetos. Dado que un objeto elemental puede pertenecer a varias asociaciones es importante no perder sus características descriptivas.

Las estructuras explicadas: clasificaciones, agregaciones y asociaciones, y en particular las dos primeras, juegan un papel muy importante en la definición de reglas para la abstracción de información entre diferentes niveles de resolución en un entorno SIG, de forma que este proceso se pueda realizar de modo automático (Molenaar & Richardson, 1994).

4. Modelos conceptuales para la abstracción de bases de datos:

La generalización, dentro de un contexto cartográfico, se define como el proceso de abstracción de representación de la información geográfica cuando la escala del mapa pasa de mayor a menor resolución (Lagrange et al., 1993). Es un proceso complejo que normalmente implica cambios en la geometría y en la descripción temática. La simple reducción del tamaño de los elementos que componen la representación del terreno a una escala más detallada no es aceptable. En resumen, al proceso de la generalización consiste en (Richardson, 1993): a) determinación del contenido de la representación en la situación generalizada, y b) aplicación de algoritmos para la simplificación, exageración, desplazamiento, suavización, etc. de los datos geométricos, (en otras palabras, la simplificación de formas y ajuste de la posición de objetos o estructuración de la presentación del mapa).

En términos de bases de datos digitales, la abstracción de la información, aspecto central de este artículo, implica la creación de una nueva base de datos que contendrá objetos diferentes de aquellos existentes en la base de datos original. Será necesario reorganizar los datos en un menor número de clases y eliminar o agregar objetos que no tiene entidad para ser representados por sí mismos a la escala objetivo, bien sea por su tamaño o por el criterio del usuario.

El proceso de reestructuración de la base de datos original a la estructura final es denominado **abstracción de la base de datos** (Nyerges, 1992; Lagrange et al., 1993), mientras que el refinamiento geométrico y simbolización para asegurar la legibilidad de la representación final es llamada **generalización cartográfica**.

Para la definición de un modelo conceptual que indique como se ha de llevar a cabo un proceso de abstracción de una base de datos deben considerarse diversas fases (Brassel & Weibel, 1998):

- 1.- Identificación de los objetos elementales en la base de datos inicial que no son representable o que tienen

que ser convertidos a nuevas estructuras en la base de datos final.

- 2.- Definición de como los objetivos elementales en la base de datos inicial son abstraídos a nuevos objetivos elementales en la base de datos objetivo.
- 3.- Traducción del conocimiento deductivo o conocimiento experto implicado en los anteriores procesos a reglas secuenciales en el entorno SIG, que efectúen el cambio en la base de datos original para obtener la final.
- 4.- Ejecución de las reglas o procedimientos secuenciales.

Es importante destacar el papel fundamentalmente que juega el conocimiento experto a la hora de establecer las relaciones entre diferentes niveles de agregación de la información. Su formalización, normalmente traducida a operaciones de manejo de datos en el lenguaje del sistema gestor de datos del SIG, permitirá la automatización de procesos implicados en la abstracción como la selección, eliminación, reclasificación, agregación, etc. (Richardson, 1993).

Por lo que respecta a la estructura de datos adecuada para que sea útil tanto en el análisis a una escala determinada como en la abstracción de la información a escalas menos detalladas, es absolutamente necesario que soporte información topológica (Lagrange et al., 1993). Por este motivo la estructura vectorial topológica es la idónea actualmente en aplicaciones de generalización de información geográfica.

5.- Definición de una estructura jerárquica para la agregación de información hidrográfica a nivel regional

Como ejemplo de la aplicación de estos conceptos a la generalización automática de bases de datos en un entorno SIG, seguidamente se presenta la definición de una estructura jerárquica para la agregación de información hidrográfica. Esta estructura ha sido desarrollada con el fin de obtener mapas de erosión a diferentes escalas semidetalladas (Martínez Casasnovas, 1994a).

En primer lugar se muestra el desarrollo del modelo conceptual de generalización, donde se definen las reglas de la agregación. Posteriormente este modelo se traduce a estructuras de datos implementables en un SIG vectorial topológico, usando los software ArcInfo y Oracle RDBMS.

5.1.- Fundamentos del modelos de erosión a nivel regional utilizado

Según el modelo propuesto en Martínez Casasnovas (1994a), a nivel regional la erosión puede ser estimada de forma cualitativa a partir de características observables de los fenómenos causados por la erosión (Van Zuidam & Cancelado, 1979, 1985). A este nivel regional los fenómenos de este

tipo directamente observables son las cárcavas y los barrancos. A una escala detallada, la unidad espacial elemental donde asociar una clase de erosión puede ser la vertiente simple, mientras que a nivel regional las vertientes simples constituyen unidades indistinguibles, formando parte de una unidad geométrica de orden superior que es la cuenca de drenaje. Así, a nivel regional las unidades espaciales donde asociar una clase de erosión son las cuencas de los elementos de la red identificados a una determinada escala. Esta clase de erosión es cualitativa y se obtiene a partir de la evaluación para cada cuenca de características como: densidad de drenaje, ratio área erosionada/área de la cuenca, nivel de actividad actual de la red de drenaje, profundidad, etc.

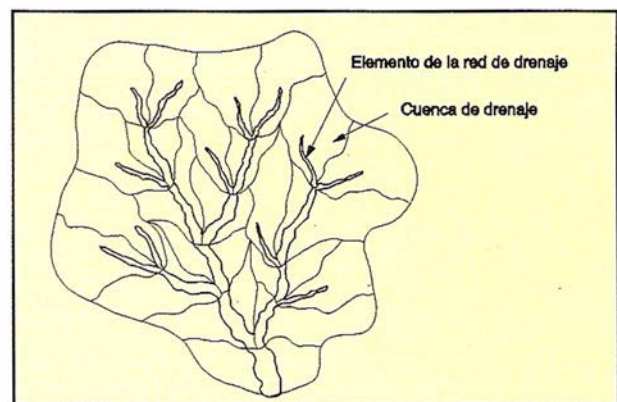


Figura 5.- Elementos hidrográficos considerados en el modelo de erosión propuesto (Martínez Casasnovas, 1994a).

De este modo, para obtener un mapa cualitativo de la erosión existente en una región según este método se deberían considerar los siguientes pasos:

- a.- Identificación y delimitación de los elementos de la red de drenaje representables como áreas (cárcavas y barrancos fundamentales), según criterios cartográficos de dimensiones mínimas representables.
- b.- Delineaciones de las cuencas de dichos elementos según el modelo propuesto en la Figura 5.
- c.- Registro de las características observables de los elementos de la red de drenaje en relación a sus cuencas.
- d.- Cálculo de la clase cualitativa de erosión por medio de un sistema de prorrateo.

5.2.- Modelo conceptual de abstracción de la información hidrográfica a diferentes niveles de agregación

La representación de la información básica para obtener el modelo de erosión a escala regional está basada en el conocimiento experto del usuario. Este interpreta la información a partir de fotografías aéreas y de reglas cartográficas que indican las unidades mínimas representables para asegurar la legibilidad del mapa.

De este modo, a partir de observar y captar el conocimiento experto involucrado en como un intérprete determina los elementos de la red de drenaje y cuencas representables a diferentes escalas, se puede construir una estructura de agregación. Esta estructura jerárquica podrá soportar procesos de abstracción automática de las unidades espaciales elementales a partir de las cuales se construye el modelo de erosión.

A una escala determinada, el modelo considera los elementos de la red de drenaje que pueden ser reconocidos y representados como áreas, dependiendo del tamaño del elemento (anchura y longitud) y de la escala de representación. A una escala menos detallada algunos de estos elementos no serán representables, y por tanto sus cuencas de drenaje quedarán incluidas en la del elemento de orden superior al cual el primero se conecta (Figura 6).

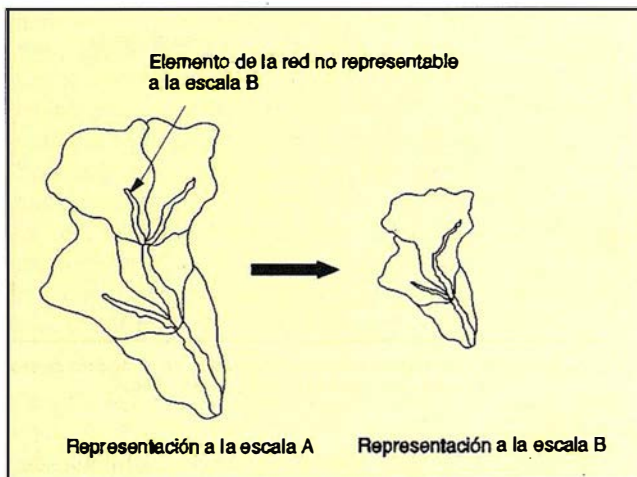


Figura 6.- Representación de los elementos de la red de drenaje y cuencas a diferentes escalas. (La escala situación A es mayor que la situación B).

De esta forma una estructura jerárquica de agregación de las cuencas de drenaje puede ser definida. Esta muestra qué cuencas a nivel más detallado componen las cuencas representables a un nivel de agregación superior (Figura 7).

El paso de un nivel inferior de agregación a un nivel superior, que dará una representación menos detallada del terreno, puede estructurarse en una secuencia lógica de operaciones que podrán ser traducidas a operaciones de manejo de base de datos:

- a.- Establecer el tamaño crítico de los elementos representables a una cierta escala (p.e. 0.75 mm de anchura en unidades de mapa).
- b.- Establecer la escala objetivo de la situación final.
- c.- Partiendo de una base de datos que contenga la situación más detallada, su abstracción consiste en primer lugar en **seleccionar** las cuencas que deben ser agregadas a un nivel superior. Este proceso consiste en determinar los elementos de la red de drenaje que no son representables a la escala objetivo. Posteriormente se seleccionan los elementos que se conectan a ellos en el punto de salida de los primeros, y también sus cuencas. Estas cuencas

están relacionadas por el hecho de que son adyacentes y por compartir un punto común: el punto de conexión de los elementos de la red implicados en la selección. Este punto, que será un nodo en la estructura de datos, servirá como atributo para la disolución de los límites interiores de las cuencas adyacentes que se agregan.

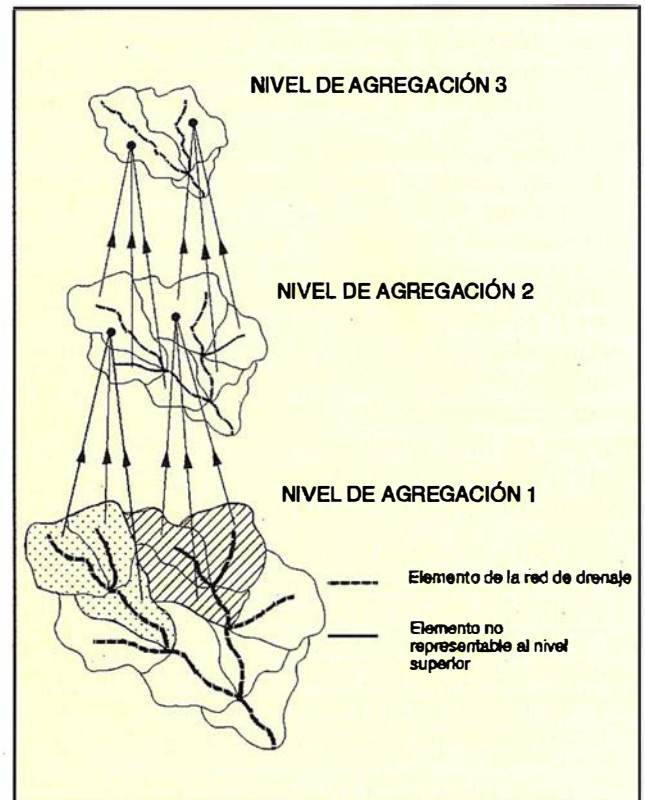


Figura 7.- Estructura jerárquica de agregación de cuencas según la representabilidad de los elementos de la red de drenaje (Martínez Casanovas, 1994a).

En un lenguaje más próximo a las operaciones de manejo en un sistema gestor de base de datos estas operaciones de selección serían:

- 1.- SI (F) orden del elemento de la red (Strahler)=1 y (AND) anchura (0.75 mm X escala objetivo) ENTONCES (THEN) seleccionar el elemento a un conjunto "A".
(En este caso se ha sólo se ha considerado la anchura como parámetro para determinar los elementos no representables).
- 2.- SI un elemento conecta con el punto de salida de algún elemento de "A" ENTONCES seleccionar el elemento a un conjunto "B".
- 3.- SI la cuenca corresponde a un elemento de "A" o (OR) "B" ENTONCES seleccionar la cuenca a un conjunto "C".
- d.- **Agregación** de las cuencas de drenaje de los elementos no representables a las cuencas de los elementos a las cuales se conectan, siendo estos últimos representables.

- SI una cuenca pertenece a "C" ENTONCES disolver límites interiores de cuencas adyacentes que comparten el punto de salida de los elementos de la red del conjunto "A".
- e.- **Eliminación** de los elementos no representativos a la escala objetivo.
- SI un elemento pertenece a A ENTONCES borrar de la base de datos final.
- f.- **Reclasificación** de la clase de erosión de las cuencas resultantes en el nivel superior, para lo cual se pueden considerar o no las características de los elementos que han sido eliminados de la representación aunque existen en la base de datos más detallada. Esta información se puede utilizar ya que siempre permanece en la base de datos original, y se puede relacionar con la resultante mediante una superposición de coberturas.

6.- Implementación del modelo de abstracción de la base de datos hidrográficos en un SIG.

La implementación de este tipo de aplicaciones en un SIG requiere de dos estructuras fundamentales: a) la estructura de datos que contiene la información territorial al nivel más detallado (la base de datos original), y b) las funciones de manejo y manipulación que operan sobre la base de datos original con el fin de realizar la abstracción de la información.

En caso de la aplicación que nos ocupa, la base de datos espacial está compuesta por tres coberturas. ArcInfo, que contiene la geometría y atributos de los objetos del terreno relevantes: elementos de la red de drenaje (límites de las áreas erosionadas y líneas de drenaje o del curso del agua), y cuencas (Figura 8). Las líneas del curso del agua son necesarias para mantener la conectividad de la red, para la determinación del flujo del agua y para conocer la longitud de los elementos, con el fin de cálculo de la densidad de drenaje. Las tres coberturas se mantiene relacionadas por el identificador de los elementos de la red de drenaje, aunque también pueden relacionarse vía superposición u "overlying".

La implementación del proceso automático de abstracción se ha programado combinando los lenguajes de programación AML ("Arc Macro Lenguaje" de ArcInfo) y PL/SQL de Oracle.

El programa que controla el flujo de datos está programado en AML. Este también controla las operaciones de superposición de coberturas, modificación de la topología y regeneración de coberturas intermedias y final. Las operaciones de manejo de datos temáticos están programadas en PL/SQL, y básicamente controlan los procesos de selección de cuencas en la base de datos original que deben ser agregados, clasificación-reclasificación de la erosión a diferentes niveles de agregación. Un esquema del flujo de datos del programa construido para esta aplicación se muestra en la Figura 9.

El programa, denominado GEGIS ("Gully Erosion Geo-Information System", Martínez Casanovas, 1994a), realiza la agregación según un proceso iterativo que consiste en chequear

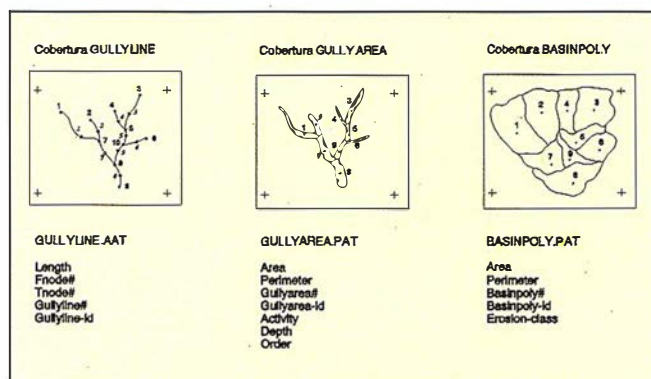


Figura 8.- Base de datos espacial (geometría + atributos) requerida para el modelo de abstracción de la información propuesto. Coberturas ArcInfo.

los elementos exteriores de la red (orden Strahler =1), y agregar las cuencas de éstos en caso de no ser representables por sí mismo a la escala objetivo. Después de cada estado el orden Strahler de los elementos remanentes en la estructura intermedia son actualizados (reclasificados) mediante una subrutina que tiene en cuenta la conectividad y el flujo del agua en los elementos. El proceso se detiene cuando no existen elementos exteriores de tamaño no representable a la escala final.

El proceso presentado en la Figura 9 es una parte del programa GEGIS, desarrollado para la obtención de mapas de erosión a múltiples escalas semidetalladas y de reconocimiento basados en el modelo mencionado en el apartado 5.1. La agregación temática en este caso consiste en la reclasificación de la erosión en las cuencas resultantes en base a considerar o no todos los elementos de la red o bien los representables a la escala objetivo. La metodología implementada en el programa GEGIS está siendo aplicada actualmente para su calibración y validación en un área de estudio en las comarcas de L'Anoia y el Alt Penedés (Barcelona).

7.- Conclusiones

La abstracción de bases de datos espaciales es un precursor de la generalización de información geográfica, necesaria tanto en análisis concurrente de información (inicialmente a diferentes escalas), como en producción de mapa. Para ello los SIG constituyen una herramienta idónea.

Los procesos de abstracción de información se basan fundamentalmente en el conocimiento experto, del cual se deducen las relaciones espaciales entre los objetivos elementales a diferentes niveles de agregación. Este hecho es fundamental para la elección de la estructura de datos que puede soportar este tipo de aplicaciones. Actualmente, la estructura vectorial topológica es la más extendida y usada para este fin.

Las estructuras jerárquicas de clasificación y agregación de objetos son fundamentales a la hora de implementar una aplicación de abstracción de información en un SIG. En este artículo se ha presentado un ejemplo de una estructura para la agregación de información hidrográfica básica para modelizar la erosión a múltiples escalas semidetalladas y de reconocimiento. Los resultados provisionales están dando resultados satisfactorios. La información que se obtiene es de

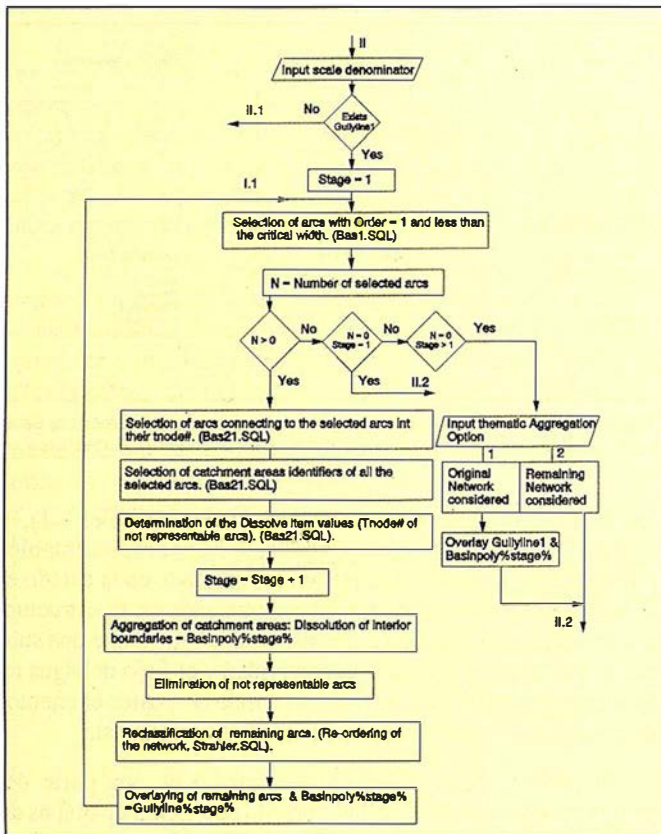


Figura 9.- Diagrama de flujo de datos en el módulo de agregación geométrica de información hidrográfica del programa GEGIS, Martínez Casanovas, 1994a).

tipo cualitativo, ofreciendo niveles relativos a pérdidas de suelo, que puede ser suficiente para identificar áreas prioritarias de actuación en planes de conservación de cuencas. El modelo de erosión, obtenido casi exclusivamente en base a criterios morfológicos de los elementos de la red de drenaje y de las cuencas, ofrece la posibilidad de realizar un análisis concurrente con otros factores del territorio contenidos en diferentes coberturas (p.e. suelos, uso de suelos, geomorfología, pendiente, etc.). Mediante el estudio estadístico de la concurrencia de factores del territorio con la erosión se puede llegar a establecer un modelo de predicción, de modo que se puede predecir la ocurrencia de erosión donde se den combinaciones específicas de factores del territorio (Martínez Casanovas, 1994a).

Actualmente esta investigación continúa para conseguir la conexión entre el nivel detallado (escalas 1:25.000 o mayores) y el nivel regional, a través de agregar los datos de erosión en las vertientes simples que ocurren en una cuenca de drenaje.

También, la estructura jerárquica de agregación presentada puede soportar otro tipo de utilidades en el ámbito hidrográfico.

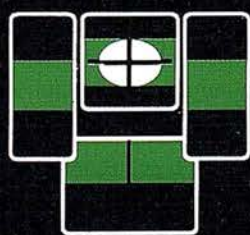
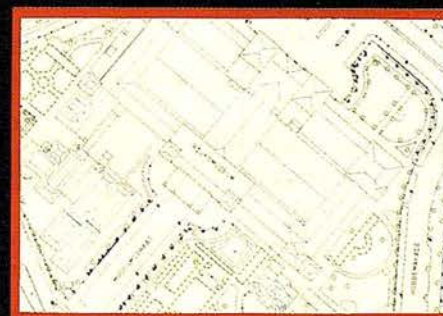
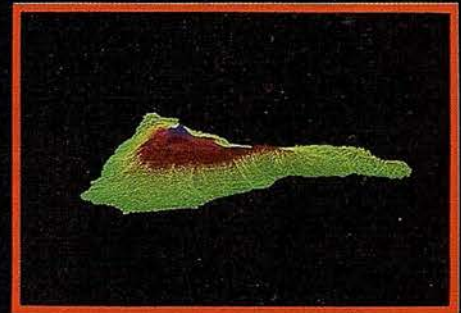
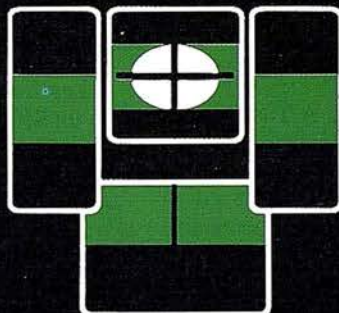
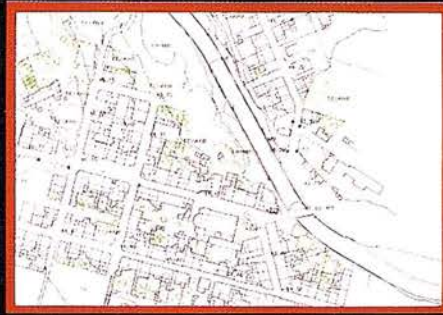
Agradecimientos

A la Dirección General de Recerca de la Generalitat de Catalunya por la ayuda recibida a través de una beca CIRIT de ampliación de estudios e investigación en el extranjero, que permitió llevar a cabo estos trabajos de investigación.

Referencias bibliográficas

- Aronoff, S., 1989. Geographic Information Systems: A management perspective. WDL Publications. Ottawa, Canada.
- Brassel, K.e. and R. Weibel, 1988. A review and conceptual framework of automated map generalization. *International Journal of Geographical Information Systems*, 2 (3), pp 229-244.
- Burrough, P.A., 1986. Principles of Geographical Information Systems for land resources assessment. Monographs on soil and resources survey num. 12. Clarendon Press. Oxford, England.
- Egenhofer, M.J. and J.R. Herring., 1991. High-level spatial data structures for GIS. In Maguire, J.; M.F. Goodchild, and D.W. Rhind (ED), 1991: *Geographic Information Systems: Principles and applications*. Vol 1, pp 227-237. Longman Scientific & Technical. New York, USA.
- Lagrange, J.P.; A. Ruas and L. Bender, 1993. Survey on generalization. IGN/DT/SR/COGIT-DT 930538. Paris, France.
- Martínez Casanovas, J.A., 1994a. Hydrographic information for erosion modelling at regional level: A database perspective in a GIS environment. MSc Thesis, WAU-ITC, Wageningen-Enschede, 91 pp.
- Martínez Casanovas, J.A., 1994b. *Sistemas de Información Geográfica: I- Introducción y Estructuras de Datos*. Quaderns nº5, DMCS-UdL, Lleida, 123pp.
- Molenaar, M., 1989. Single valued vector maps. A concept in GIS. *Geo-information-Systemes*, 2(1), pp 18-26.
- Molenaar, M., 1991. Status and problems of Geographical Information Systems. The necessity of a Geo-Information Theory. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 46 (1991), pp 85-103.
- Molenaar, M., 1993. Object hierarchies and uncertainty in GIS or Why is standardisation so difficult. *Geo-Information-Systemes*, vol.6, num.3, (in press).
- Molenaar, M. and D.E. Richardson, 1994. Object hierarchies for linking aggregation levels in GIS. *ISPRS Comm. IV Symposium*, May 31-June 3, Athens, Georgia, (in press).
- Nyerges, T.L., 1991. Representing geographical meaning. In Bottenfield, B.P. and R.B. McMaster (Eds.), 1991: *Map generalization. Making rules for knowledge representation*. pp 59-85. Longman Scientific & Technical, Essex, England.
- Richardson, D.E., 1993. Automatic spatial and thematic generalization using a context transformation model. (Doctoral dissertation, Wageningen Agricultural University), R&B Publications, Ottawa, Canada.
- Van Zuidam, R.A. and F.I. Cancelado, 1979. Terrain analysis and classification using aerial photographs. A geomorphological approach. ITC Textbook N. VII-6. Enschede.
- Van Zuidam, R.A. and F.I. Cancelado, 1985. Aerial photo-interpretation in terrain analysis and georphological mapping. Smith Publishers. The Hage.

TOPOGRAFIA - BATIMETRIA - FOTOGRAMETRIA - CARTOGRAFIA DIGITAL



INTOPSA
INTERNACIONAL DE TOPOGRAFIA S.A.

DISEÑO DE LA TRAZA DE UNA LINEA ELECTRICA AEREA DE ALTA TENSION MEDIANTE UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA

Sanz Angulo, L.J.
Universidad País Vasco E.U.I. Técnica Minera

DISEÑO DE LA TRAZA DE UNA LINEA AEREA DE ALTA TENSION MEDIANTE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA

Introducción

Para la realización del trazado de una L.E. A.T. se tienen que tener siempre presentes las características generales de la futura instalación, así como las prescripciones reglamentarias que podrían obligar a modificar el trazado previsto.

Asimismo, se buscará que el trazado sea lo más corto posible, por razones económicas, si bien esto no siempre será posible, como consecuencia de la orografía del terreno, proximidades de las ciudades, cruces con otras líneas, ferrocarriles, ríos, carreteras, parques naturales y otros espacios naturales recogidos la legislación o especialmente protegidos por condicionantes de ámbito municipal.

Planteamiento del trazado a realizar

En línea con lo comentado, se pretende unir dos subestaciones eléctricas, mediante una línea eléctrica de alta tensión, de forma que cumpla una serie de condiciones medioambientales, socioeconómicas y técnicas.

Para materializar el estudio, se eligió una zona situada en la provincia de Vizcaya, marco geográfico real para un trazado que bien pudiera tener visos de realidad.

Mapas Fuente utilizados

- Mapa de Vegetación de la Comunidad Autónoma del País Vasco (D.U.M.A).
E = 1:25.000.
- Cartografía Analítica del Departamento de Urbanismo y Vivienda del Gobierno Vasco. E = 1:25.000.
- Base Topográfica del Departamento de Urbanismo y Medio Ambiente del Gobierno Vasco. E = 1:25.000
- Propietarios y parcelas.

Sistema de Información Geográfica

El S.I.G. utilizado para la realización del presente estudio es el ARC-INFO.

VISION GENERAL DE UN PROYECTO S.I.G.

En general un proyecto SIG (SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA) puede organizarse en una serie lógica de etapas sucesivas, en las que cada una, se construye sobre la anterior.

Bastante de los proyectos SIG que se realizan presentan una secuencia similar. No obstante, el desarrollo y diseño de un proyecto específico, está siempre determinado por consideraciones igualmente específicas.

Las fases sucesivas a seguir en todo proyecto realizado con un SIG son las siguientes:

- FASE 1- Construcción de la base de datos.
- FASE 2- Análisis geográfico.
- FASE 3- Presentación de resultados.

A continuación estudiaremos cada una de las fases aplicadas a nuestro proyecto en particular.

FASE 1. CONSTRUCCION DE LA BASE DE DATOS

Esta fase comprende los siguientes apartados:

- Identificación de los elementos cartográficos y sus atributos.
- Organización de las capas de la información.
- Identificación de las coberturas a automatizar.

En nuestro caso, los elementos cartográficos son: el tipo de vegetación, el uso del suelo...

Una vez identificados los elementos cartográficos y sus atributos, se organizan en capas de información. Los elementos cartográficos también pueden organizarse por lo que representan temáticamente.

Las coberturas tendrán las características siguientes:

- Tipo de vegetación.
- Edificaciones y núcleos urbanos.
- Usos del suelo.
- Carreteras, ríos, otras líneas.
- Características geotécnicas.

Tipo de vegetación

Proximidad a núcleos urbanos (P.V.)

Consideraremos dos tipos de zonas

P.V.	TIPO DE ZONA
1	ZONA SITUADA A MENOS DE 50 METROS.
2	ZONA SITUADA A MAS DE 50 METROS.

Usos del suelo

Las diferentes clases de usos del suelo que aparecen en nuestro proyecto son las siguientes:

- 1 Forestal.
- 2 Matorral.
- 3 Prados y Cultivos.
- 4 Improductivos.

Necesidad de Ocupación

US	NECESIDAD DE OCUPACION
1	1
2	0
3	0
4	0

- 1.- NECESIDAD OCUPACION
0.- NO NECESITA OCUPACION

Carreteras

Es importante que existan carreteras próximas para poder transportar y realizar el acopio de material para la construcción de la línea eléctrica.

Es necesario reducir el número de cruzamientos con carreteras y/u otras líneas electrificadas que encarecen el coste del trazado.

Características geotécnicas

El conocimiento de las características geotécnicas nos ayudará a elegir un trazado de la línea sentando las bases necesarias para el proyecto y ejecución de obras técnicas y económicamente correctas.

A continuación enumeramos algunos de los diferentes problemas tipo que pueden presentarse.

HIDROGEOLOGICOS		GEOTECNICOS	
Inundación	I	Capacidad portante y asiento	C
Encharcamiento	E	Estabilidad de ladera	L
		Agresividad	A

ESTRUCTURALES		GEOMORFOLOGICOS	
Discontinuidad a favor de la pendiente	D	Pendientes fuertes (30%)	P
Facturación intensa	F	Rugosidad acusada	R

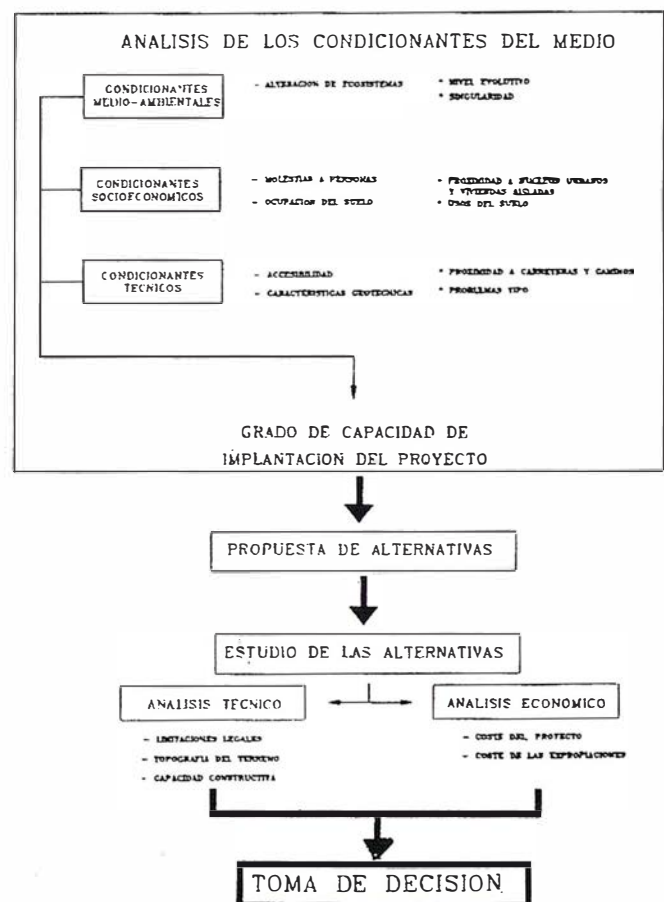
Todos estos datos se agruparán formando las clases siguientes:

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS

1. CONDICIONES FAVORABLES
2. CONDICIONES ACEPTABLES
3. CONDICIONES DESFAVORABLES
4. CONDICIONES MUY DESFAVORABLES

FASE 2. ANALISIS GEOGRAFICO

El análisis de datos geográficos permite estudiar los procesos que se desarrollan en el mundo real, mediante la realización y aplicación de modelos. Estos modelos permiten descubrir tendencias subyacentes de los datos geográficos y crear y disponer de nueva información.



Los resultados del análisis geográfico se representan mediante mapas, informes o por una combinación de ambas.

Un mapa es lo más adecuado para mostrar resultados geográficos mientras que un informe lo es para resumir las tablas de datos y documentar los valores y resultados numéricos.

Esta fase comprende los siguientes apartados:

- Establecimiento de los objetivos.
- Preparación y realización de las operaciones espaciales.
- Preparación y realización del análisis tabular.
- Evaluación e interpretación de los resultados.

Criterios de selección para la ubicación de la línea eléctrica

Condiciones Medioambientales

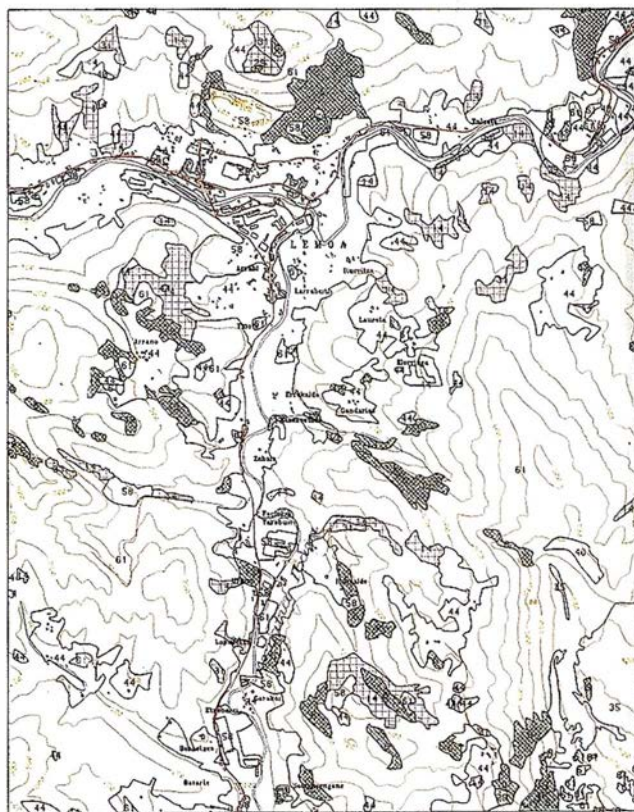
Dentro de este apartado consideramos dos aspectos, *el Nivel evolutivo* de las especies de la comunidad vegetal y *la Singularidad* abundancia relativa de esa comunidad vegetal en la zona o Comunidad Autónoma correspondiente.

Según el tipo de vegetación tendremos:

Tipo Vegetación	N. Evolutivo	Singularidad	Calidad	Clase
ENCINAR				
CANTABRICO	10	8	9	1
ROBLEDAL				
MIXTO	10	8	9	1
ROBLEDAL				
MIXTO				
DEGRADADO	5	8	7	2
ALISEDA	10	10	10	1
PREBREZAL	4	5	5	2
BREZAL	5	6	6	2
BORTAL	7	7	7	2
ZARZAL	4	4	4	3
LASTONAR	3	4	4	3
PRADOS	2	2	2	3
GLERAS Y				
CANCHALES	10	8	9	1
VEGETACION.				
DE ROQUEDAS	10	8	9	1
RUDERAL	2	3	3	3
PLANTACIONES	7	1	4	3

Condiciones Socioeconómicas

PROXIMIDAD A EDIFICACIONES	OCUPACION DEL SUELO	
	1	0
1	1	1
0	2	3



CONDICIONANTES ECOLOGICOS

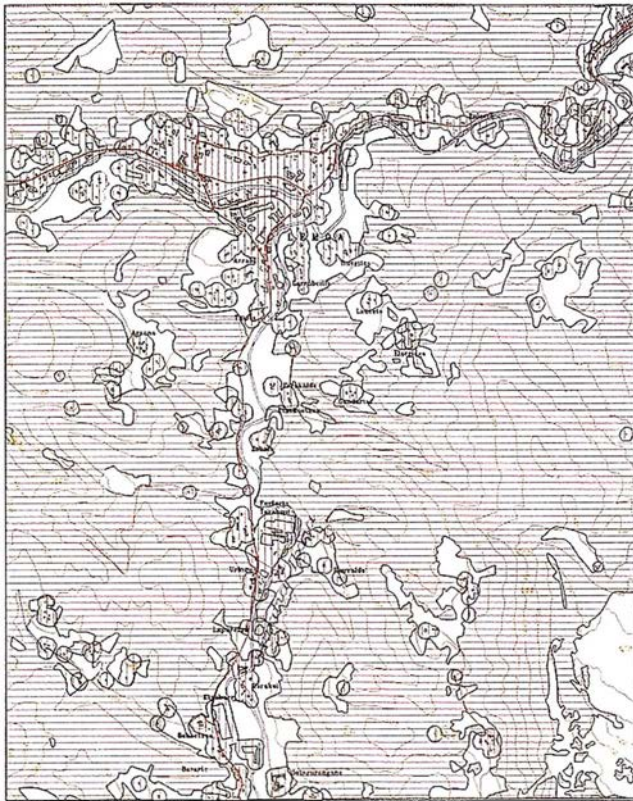
Consideramos las siguientes clases de condicionantes socioeconómicos

- ZONA DE INCIDENCIA ALTA
- ZONA DE INCIDENCIA MEDIA
- ZONA DE INCIDENCIA BAJA

Condiciones Técnicas

Dentro de los condicionantes técnicos consideraremos:

- Proximidad a carreteras para facilitar el transporte de los materiales de la línea eléctrica para poder realizar su acopio.
- Cruzamiento con otras líneas electrificadas, ríos, carreteras, etc.
- Características geotécnicas del terreno para la ubicación de los apoyos de la línea.



CONDICIONANTES SOCIOECONOMICOS

		Características Geotécnicas	1	2	3	4
Acceso a	< 50 m.		1	1	2	3
	> 50 m.		2	2	3	3

Obtenemos las siguientes clases de Condiciones Técnicas:

- CONDICIONES ACEPTABLES
- CONDICIONES DESFAVORABLES
- CONDICIONES MUY DESFAVORABLES

Realizado la superposición topográfica de los tres condicionantes (medioambientales, socioeconómicos y técnicos) obtendremos el mapa de condicionantes generales para la elección de la propuesta y estudio de las alternativas.

De todo esto deducimos tres tipos diferentes de trazado.

Trazado de la línea 1

Que es el trazado más corto entre ambos puntos inicial y final sin tener en cuenta las condicionantes.

Trazado de las líneas 2 y 3

En base al mapa de condiciones generales evitando las zonas más desfavorables.

De estos dos últimos trazados el dos es el más cortos de ambos que cumplen las condiciones establecidas.

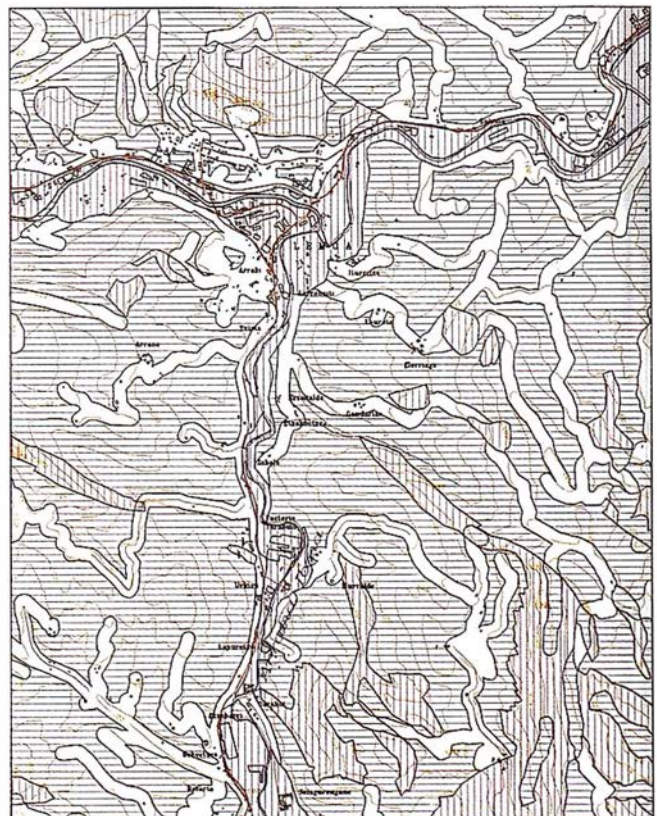
Una vez obtenido el trazado definitivo se considera una franja de 15 m a cada lado del eje de la línea, para la servidumbre de paso. Superponiendo esta última a la cobertura de catastro, obtendremos el número de propietarios afectados y el área de la parcela correspondiente a la afectación, su tipo de uso es de suelo, costo etc.

PRESENTACION DE LOS RESULTADOS DEL ANALISIS

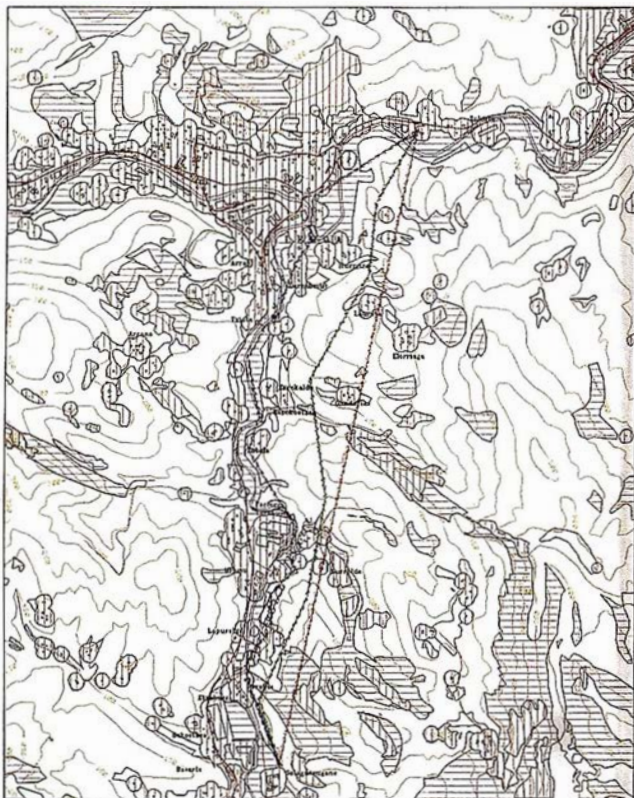
Los resultados del análisis se presentan graficamente por medio del mapa de condiciones generales, así como el correspondiente informe donde figurarán los resultados obtenidos de la tabla de bases de datos.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos tendrán que ser valorados por el proyectista que decidirá en cada caso, si la solución es lógica



CONDICIONANTES TECNICOS



SINTESIS DE CONDICIONANTES
Y
PROPUESTA DE ALTERNATIVAS

y aceptable. En este estudio se tuvieron en cuenta condiciones medioambientales, socioeconómicas y técnicas, pero se pueden añadir igualmente para el estudio otros que cada Ayuntamiento, Diputación o Comunidad Autónoma consideren de importancia.

BIBLIOGRAFIA

- [1] SCHEMA DIRECTEUR DU RESEAU DE TRANSPORT POUR UNE MEILLEURE INTEGRATION DU RESEAU SON ENVIRONNEMENT.
Brunck, R.
C.I.G.R.E. Symposium 22-81. Stockolm 1981.
210-20
Francia, París 1981.
- [2] THE ARC/INFO METHOD.
ESRI. Understanding GIS.
Estados Unidos, Redlands 1992.
- [3] EL PAPEL DE LA CEE. PROGRAMA Y SISTEMA DE INFORMACION PARA MEDIO AMBIENTE.
García Burgués, J.
MOPU
España, Madrid 1989.
- [4] GUIA PARA LA IMPLEMENTACION DE UN S.I.G. PARA LA PLANIFICACION REGIONAL Y NACIONAL.
Gevara, J.A.
I Conferencia Latinoamericana sobre Informática en Geografía.
Costa Rica, San José 1987.
- [5] LES RECHERCHES ORIGINALES EN FRANCE EN MATIERE DES PAYSAGES ET DE MILIEUX NATURELS.
Houdant, M.
C.I.G.R.E. Symposium 22-81. Stockolm 1981.
210-18
Francia, París 1981.
- [6] POSSIBILITES D'INTEGRATION DES LIGNES DANS LE PAYSAGE.
Neher, G. (Berna, Suiza)
C.I.G.R.E. Symposium 22-81. Stockolm 1981.
Francia, París 1981.
- [7] ARMLESS CONSTRUCTION REDUCES ENVIRONMENTAL IMPACT OF TRANSMISSION LINES.
Pohlman, J.C., Pinkham, T.A. (New York, Estados Unidos).
C.I.G.R.E. Symposium 22-81. Stockolm 1981.
210-18
Francia, París 1981.
- [8] LES ESTUDES D'IMPACT EN FRANCE.
Sachs, D., Houdant, M. (París, Francia)
C.I.G.R.E. Symposium 22-81. Stockolm 1981.
Francia, París 1981.
- [9] CONFLICTS. TRANSMISSION LINES AN AGRICULTURAL LANDS AND PRACTICES.
Schoonmaker, G.R. (Estados Unidos).
C.I.G.R.E. Symposium 22-81. Stockolm 1981.
Francia, París 1981.
- [10] GEOGRAPHY AND THE ENVIRONMENT. SYSTEMS ANALYTICAL METHODS.
Wilson, J.
J. Wiley
Inglaterra, Chichester 1981.

An aerial photograph of a city grid, likely Madrid, showing a dense arrangement of buildings and streets. In the foreground, a camera is mounted on a tripod, pointing towards the city. The camera has a black body with an orange stripe. The image is framed by a black border with small white circles in the corners.

FS
TRABAJOS AEREOS, S.A.

**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

FS160 1/180 f/4.0 FF2.0 EC 0 SP- v/h.25052 60% dt002.0

INTRODUCCION HISTORICA

CARMELO BOSQUE
AYTO. ZARAGOZA

La preocupación del Ayuntamiento de Zaragoza respecto de la cartografía de la ciudad y a la luz de los datos de que disponemos, puede decirse que se remota a comienzos del siglo XVIII, época a la que pertenecen los catastros literales y empadronamientos obrantes en los archivos municipales, y que pueden calificarse como antecedentes de lo que hoy denominamos bases cartográficas.

A comienzos del siglo XIX pertenece un plano-joya, identificado como "Plano Topográfico de Zaragoza, Arrabales y Cercanías" elaborado por procedimientos topográficos, de autor desconocido y con escala gráfica referida a "THESAS" y "PIES DE BURGOS". Desde entonces hasta la fecha ya se han realizado verdaderos trabajos cartográficos como el de José de Yaza y Joaquín Gironza, de 1850-1853, a escala 1.250; el de Fecet, también a escala 1/1250 o los de Dionisio Casañal, a escalas diversas (1/5000, 1/1000, 1/250, e incluso 1/100).

A lo largo del siglo XX, unas veces Casañal y otras el Instituto Geográfico Catastral, continua mejorando la cartografía de Zaragoza, hasta llegar a la elaborada por Galtier-Hispania entre 1970 y 1975, que con fines casi exclusivamente fiscales, se hace a instancias tanto del propio Ayuntamiento de Zaragoza como el Ministerio de Hacienda. Como era habitual en la época, se hizo en hojas de tamaño útil de dibujo, 1,00 x 0,50 mts. y a escala 1/1000.

Finalmente habríamos de referirnos a actualizaciones poco transcendentales realizadas en la primera mitad de los ochenta, tomando como base la cartografía elaborada por Galtier.

LA CARTOGRAFIA ACTUAL. SU ORIGEN Y ESTADO ACTUAL

Es en la segunda mitad de la década de los ochenta, cuando el Ayuntamiento de Zaragoza se plantea la necesidad de disponer de una cartografía urbana esencialmente distinta de la que venía utilizando en los veinte años anteriores.

Tomando como referencia los trabajos ya iniciados en otros lugares de España (Navarra y Barcelona, principalmente), se optó, también en esta ocasión de la mano del Ministerio de Hacienda, por encargar los trabajos correspondientes a una cartografía que debía responder a las siguientes exigencias básicas:

- Uso polivalente, no limitado al puramente fiscal o catastral.
- Soporte digital, como medio de posibilitar un más fácil mantenimiento.
- Precisión y calidad correspondiente a una escala 1/500.

A partir de esto, en el año 1987 se realiza el vuelo fotogramétrico, a escala 1/3000 y referido a unas 10.000 Has., se ejecutan los trabajos de formación de la Red de Triangulación y el Ayuntamiento comienza a dotarse de los medios informáticos para poder recibir y mantener la información que comienza a recibir. La red de triangulación, apoyada en la Geodésica Nacional, constaba de 43 vértices materializados por diversos métodos según su ubicación, (monolitos de hormigón, tipo IGN, para campo abierto; mojón de hormigón con placa de latón, o placa de latón en terrazas, etc.).

Como dato técnico más relevante, añadir que la precisión de cierre requerida, y efectivamente obtenida, fue de 10 cms. tanto en "X" como en "Y".

Respecto del equipamiento informático decir que se inicio con un PC 386, con procesador matemático, monitor blanco y negro y una copia prestada del programa MICROSTATION de INTERGRAPH, que finalmente se adquirió como herramienta de CAD.

En 1988 se continuaron dando pasos en orden al objetivo prefijado, contratando el resto de los trabajos cartográficos, respecto de los que, como cifras más significativas, podemos dar las siguientes:

- Extensión a cartografiar: 7.500 Has. aproximadamente.
- Plazo de ejecución: dos años y medio.
- Coste aproximado: trescientos millones.

- Empresas adjudicatarias de los diversos trabajos, incluidos subcontratistas: Azimut, ICB, S.A., Cartografía y Sistemas, Cadic, S.A.

En cuanto al contenido del trabajo, se requería, en primer lugar, la desagregación de la red de triangulación creando una red de poligonales principales, por la malla básica de Zaragoza, compuesta por 350 vértices, señalizados mediante clavos de latón y con separaciones máximas inferiores a 500 mts., entre cualquier punto a representar y un clavo, y una red de poligonales secundaria, señalizados del mismo modo, e integrada por unos 3.000 vértices.

En estas fases se exigió un error máximo de más-menos 5cm. A partir de esta red, y previo a la restitución fotogramétrica, se realizó, mediante taquímetros electrónicos, un levantamiento de todas las esquinas de manzana y de los arranques de medianería, visibles en línea de fachadas, manteniendo la misma exigencia de precisión antes indicada. En áreas del casco antiguo, en las que la fotogrametría es poco útil, se exigía, igualmente, la captura mediante taquímetro de datos relativos a aceras, registros y mobiliario urbano.

De todo ello resultaron unos ficheros magnéticos, entregados al Ayuntamiento y comprobada su calidad, ficheros a los que necesariamente se debían ajustar los posteriores trabajos de restitución fotogramétrica, por medios analíticos, lo que permitió garantizar que los datos sustanciales (manzanas y parcelas) conservarían la precisión del taquímetro y no la del restituidor.

A continuación se incorporó por restitución analítica, el resto de información visible (registros de agua, alcantarillado, telefonía, gas, etc.) así como parte del mobiliario urbano.

Finalmente se completa toda la información con revisión en campo, corrigiendo los datos erróneos e incorporando los no visibles en fotogrametría.

A finales del año 1990, se disponía de una cartografía no completa, pero que contenía toda la información requerida (faltaban islas discontinuas) y con la precisión exigidas, en la que cualquier usuario tenía, además de los datos habituales, las cotas de altimetría con suficiente densidad, todo el mobiliario urbano (quioscos, cabinas, buzones, farolas, árboles, semáforos, fuentes, etc.), la ubicación de badenes y accesos a garajes y cuanta información es visible en superficie.

Ante el grave riesgo de que se desactualizase esta información antes de su recepción, y sin que esta se hubiera producido, en el mismo año 1990 se iniciaron

los trabajos de mantenimiento, que se han realizado con igual rigor y precisión que la exigida para la elaboración inicial.

Disponemos para ello de un equipo de topografía (topógrafo y dos ayudantes), dos equipos de comprobación permanente en campo, a razón de dos personas por equipo, cuatro operadores de gráficos, para cargar en ordenador la información obtenida por los anteriores y un encargado de edición en papel, todos ellos dedicados en exclusiva a los trabajos de mantenimiento.

A esto hay que añadir contrataciones puntuales con empresas externas, tanto de vuelos como de topografía y restitución.

En cuanto a medios materiales de que se dispone para el cumplimiento del trabajo, cabe destacar; taquímetro electrónico, seis ordenadores conectados en red (dos workstations y cuatro PC 486), un plotter chorro tinta color, y el programa ya mencionado de MICROSTATION (Intergraph) con productos intermedios para traspaso de taquímetro a cartografía.

TRABAJOS COMPLEMENTARIOS DE FUTURO

Como ha quedado dicho, hemos llegado a un punto en el que podemos afirmar que el Ayuntamiento de Zaragoza dispone de una cartografía urbana de alta calidad, tanto por razón de su contenido como por la precisión métrica de los datos y que dispone, igualmente, de medios casi adecuados para garantizar la permanente actualización de tal base cartográfica.

Pero la difusión de esta información, (disponible para cualquier ciudadano, empresa o entidad, tanto en soporte papel como en soporte digital), ha generado no sólo las críticas que cabía esperar por parte de quienes siempre saben hacer mejor las cosas, pero no se ponen a ello, sino, también, una importante demanda de productos, o subproductos, obtenibles a partir de la cartografía básica.

Por este motivo se han firmado convenios con Empresas que gestionan Servicios urbanos (Gas, Electricidad y Telefonía) a fin de que en un plazo más o menos breve, se incorporen todos los datos relativos a redes aéreas o enterradas (trazados de las mismas y sus características) y se ha iniciado la elaboración de productos pseudocartográficos para explotación, mediante GIS, de cualquier tipo de información referida al territorio.

SISTEMAS DE INFORMACION AMBIENTAL

J. M. MOREIRA MADUÑO.

Agencia Medio Ambiente.
Junta Andalucía

EL SISTEMA DE INFORMACION MEDIOAMBIENTAL DE ANDALUCIA

INTRODUCCION

Existe una gran confusión terminológica sobre la definición de lo ambiental como materia o disciplina científico-técnica, fruto de la novedad relativa del término medio ambiente. El enfoque actual dominante en esta temática asume una precaución social en la que lo importante ya no es la alteración que la actividad humana provoca sobre el medio, sino más bien la alteración que este medio, ya degradado, está suponiendo para el modo de vida y para todo su sistema productivo.

Para llegar a conocer adecuadamente la red de interrelaciones que se producen entre el medio, como soporte físico, y la actividad humana que lo transforma u ordena, es preciso tener en cuenta una serie de condiciones que debe presentar la información a utilizar para poder proceder a una toma de decisiones basada en los principios de un desarrollo respetuoso con el medio ambiente. Dos nuevas tecnologías de información, con los Sistemas de Información Geográfica (S.I.G.) y la Teledetección cumplen con los requerimientos necesarios para estructurar la información y efectuar modelizaciones que permitan apoyar esta toma de decisiones.

Un recorrido sobre la potencialidad de estos nuevos instrumentos, basados en la experiencia del sistema de información Ambiental de Andalucía, (SinambA), será la base de esta conferencia.

Con una superficie similar a la de Portugal (87.000 km²) y situada en el extremo Sur de la Península Ibérica, Andalucía se caracteriza por tener un medio físico con grandes contrastes. En ella podemos encontrar desde áreas subdesérticas, en la porción Suroriental, hasta los paisajes alpinos de Sierra Nevada.

Siendo una región eminentemente agrícola, también la industria, y la actividad turística, encuentran importantes concentraciones, especialmente esta última sobre los 800 kms de litoral.

Esta intensa utilización humana del territorio ha conllevado la aparición de múltiples problemática, que amenazan la preservación de los recursos naturales de Andalucía: erosión, incendios forestales, contaminación de suelos y aguas, polución atmosférica, impactos paisajísticos, etc.

Con la misión fundamental de controlar la degradación medioambiental de la región, fue creada en 1984 la Agencia de Medio Ambiente, institución dependiente del Gobierno Regional de Andalucía.

Es indudable que para llevar a cabo las tareas propias de la gestión medioambiental de una región de las características y dimensión de Andalucía (Evaluación de Impacto Ambiental, Control de la Contaminación, Gestión de los Residuos Urbanos e Industriales, Conservación de la Flora y la Fauna, Gestión Integral de los Espacios Naturales Protegidos, etc.) son indispensables dos elementos:

- Contar con una exhaustiva información referente información a los más variados aspectos de la región, que de soporte a los procesos de toma de decisiones.
- La necesidad de contar con herramientas capaces de manejar y manipular esas grandes cantidades de datos, de manera que puedan darse respuestas a las demandas planteadas en unos plazos de tiempo operativos.

Atendiendo a estos principios, desde sus inicios la A.M.A., decidió diseñar y desarrollar el Sistema de Información Medioambiental de Andalucía (SinambA). Este se concibió como una herramienta informática compleja que, haciendo uso de las nuevas tecnologías de manejo de informaciones espaciales (S.I.G., Teledetección, Gestores de Bases de Datos, etc.) cubriera en buena parte las necesidades de análisis y manejo de datos que la gestión medioambiental exige hoy día.

UN S.I.G. AL SERVICIO DE LAS POLITICAS DE MEDIOAMBIENTE

El Medio Ambiente, entendido como disciplina científica y como actividad administrativa, se ha convertido en un fenómeno muy complejo y globalizador. Como tal ha de dar respuestas a cuestiones como ¿Cuales son las pérdidas de productividad de los suelos agrícolas por erosión y cuales son las alternativas más beneficiosas? ¿Dónde están las áreas óptimas para la ubicación de un vertedero? ¿Cuántas cabezas de ganado por hectáreas pueden tener los propietarios en un determinado Parque Natural para asegurar el sostenimiento de sus valores ecológicos y paisajísticos? ¿Cuál es el previsible

impacto de la ubicación de un emisario submarino?.

Es obvio que este tipo de demandas sólo puedan hallar respuestas a través de estudios y modelos extremadamente complejos, que sólo serían válidos en la medida que se disponga de suficiente información y de que esta fuese fiable.

En este sentido los S.I.G. ofrecen una serie de potencialidades que vienen a subsanar las necesidades que plantea esta disciplina. Es por ello por lo que el SINAMBA, siendo un sistema complejo, adoptó los esquemas básicos de un S.I.G., pues estos aportan:

- La posibilidad de interrelación entre fuentes de datos de diversa índole, proporcionando un enfoque global. Así, pese a que los S.I.G. contemplan el territorio segmentado en múltiples "capas de información", permiten establecer infinidad de interrelaciones entre las diversas coberturas. Sólo así puede conseguirse la "recreación del territorio real" que exigen los procesos de decisión que afectan a este territorio.
- La posibilidad de realizar complejos procesos de análisis y explotación de los datos en breves plazos de tiempo. Esta es una exigencia de la actividad medioambiental entendida como actividad administrativa. Hoy día, las tomas de decisiones de este tipo, están implicadas en múltiples actividades humanas de carácter productivo (Obras Públicas, industrias, agricultura, etc.), por lo que los plazos de respuesta no pueden dilatarse en el tiempo.
- Los S.I.G. aportan la posibilidad de dar entrada a fuentes de datos extraordinariamente dinámicos desde el punto de vista temporal, necesarios en la tareas de vigilancia y control del Medio Ambiente. En este sentido, estas herramientas permiten la recepción y análisis de datos procedentes de estaciones remotas de control de parámetros de interés ambiental (meteorológicos, de calidad del aire y del agua, etc.) que son trans-

mitidos en tiempo real. Igualmente permite integrar y explotar imágenes de satélites, que se presentan como fuentes de datos de carácter muy amplio, y que permiten un análisis global del territorio a diferentes escalas espaciales y temporales.

DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA

Es indudable que a la hora de plantearse el desarrollo de un Sistema de estas características, es necesario tener muy claros cuales son los objetivos del mismo. De lo anteriormente expuesto se deducen unas finalidades genéricas del SINAMBA, dirigidas a dar respuesta al amplio espectro de demandas de carácter territorial que puede plantear un organismo como la Agencia de Medio Ambiente de Andalucía.

Sin embargo el cumplimiento de este objetivo supone contar con una ingente cantidad de informaciones referentes a los más variados tipos de temáticas, pues prácticamente "todo" interesa al Medio Ambiente.

En ese sentido más que un sistema de información medioambiental estamos hablando de un Sistema de Información "Territorial" con una composición más amplia.

En cualquier caso, aunque interesaría como objetivo teórico, la implementación de este sistema exigiría no sólo la integración de la práctica totalidad de informaciones existentes, sino la generación de múltiples nuevas informaciones, que son demandadas por la actividad medioambiental. Estaríamos tratando de alcanzar unos objetivos prácticamente irrealizables.

Habría pues que matizar, que los objetivos a más corto plazo del Sistema de Información Medioambiental de Andalucía serían los de establecer un modelo y una infraestructura capaz de dar cabida a cualquier tipo de información, que sería integrada en el sistemas de acuerdo con las necesidades del presente. En ese sentido después de diez años de trabajo la parte más valiosa del mismo ha sido el establecimiento de los "estándares" y las estructuras necesari-

as para que cualquier tipo de información de carácter territorial existente pueda ser introducida en el Sistema, y en función de las potencialidades del mismo, relacionada con otras bases de datos para producir nuevas informaciones de interés.

Es pues esta tarea de establecimiento de las normas de cómo debe ser levantada cualquier tipo de información espacial, la que puede considerarse más valiosa en la medida que permitirá aunar esfuerzo de producción de informaciones por parte de los diferentes organismos y sistemas de una administración tan extensa como la andaluza.

Teniendo estos objetivos como puntos de referencia, se comenzó a trabajar en el desarrollo y diseño del SINAMBA en 1984. Durante estos diez años las principales realizaciones referentes a su estructura y organización podrían esquematizarse de la siguiente forma:

- * Conformación y desarrollo de la arquitectura informática de hardware y de software idónea para los objetivos del proyecto. Lógicamente esta estructura tenía como premisa de partida el ser abierta, lo que ha permitido su evolución y ampliación a lo largo del tiempo.
- * La creación y consolidación de un equipo multidisciplinar de técnicos, que incluye a informativos y temáticos expertos en el manejo de las nuevas herramientas (S.I.G., Teledetección).
- * Un aspecto fundamental del Sistema es que toda información puede ser manipulable e interrelacionada con las otras, en la medida que esté referida a unas coordenadas geográficas. En ese sentido se ha llevado a cabo una importante labor destinada a establecer las bases cartográficas de referencia, y los sistemas de georreferenciación, en función de las temáticas, el área de trabajo y el tipo de información que se trate. Así se han establecido tres niveles de captura y análisis de la información en el Sistema:
 - Nivel de Reconocimiento, para evaluaciones referentes a toda la

región, y que maneja escalas y bases de referencia de 1/100.000 a 1/400.000.

– Nivel de Semidetalle, diseñado para ámbitos sub-regionales pero que abarca así mismo el conjunto de la región, y una tiene como base el Mapa Topográfica Nacional a E 1/50.000.

– Nivel de Detalle, restringido a los Espacios Naturales Protegidos, y que maneja una escala de trabajo 1/10000, temiendo como base el Mapa Topográfico de Andalucía.

* En la implementación del Sistema, una de las tareas más laboriosas ha sido la de rellenarlo de contenidos de información. Ello ha implicado importantes esfuerzos de recopilación de datos a partir de fuentes muy dispersas, su verificación, normalización y, posteriormente, captura y estructuración dentro del Sistema. En este proceso un aspecto fundamental dentro de la estructura del SINAMBA ha sido la creación de un diccionario con el que organizar los contenidos temáticos. Este ha recogido el amplio espectro de parámetros e informaciones que abarca el sistema, otorgándoles una estructura jerarquizada y abierta que ha pretendido ser lo más compatible posible con otras bases de datos existentes a nivel nacional y europeo (Información topográfica --> I.G.N., información usos del suelo --> CORINE (Land Cover etc).

* Un aspecto importante en el diseño del Sistema, y consecuencia de lo anteriormente expuesto, ha sido el establecimiento de las normas que deben cumplir las nuevas informaciones que se generan, aunque sea por métodos convencionales, de manera que éstas sean posteriormente integrables dentro de SINAMBA. Ello supondrá un ahorro considerable en procesos de adaptación y revisión de estas informaciones previo a su digitalización y puesta en base de datos.

EL SISTEMA EN LA ACTUALIDAD

Pese a ser un proyecto tremendamente ambicioso, el Sinamba hace unos años que dejó de ser una mera estructura teórica, para convertirse en una realidad tangible, y en un Sistema Operativo en muchos de sus contenidos.

Con vistas a conocer con mayor detalle los niveles de desarrollo alcanzados por el Sistema haremos una descripción esquemática de los mismos, a partir de los principales componentes de cualquier S.I.G.: hardware, software, equipo multidisciplinar, información y modelos.

* *Hardware y Software*

– La arquitectura informática del SINAMBRA en su vertiente de hardware está esencialmente basada en una plataforma DEC con un VAX 6.310 y MICROVAX como unidades centrales de proceso con VMS como Sistema Operativo y una capacidad de discos de unos 8 Gb., a los que van unidos, a través de una red DEC-NET, distintos periféricos. Entre estos: VAX work stations, DEC stations (esta última sobre UNIX), tableros digitalizadores, Calcomp electrostatic plotter, un plotter IRIS color EMK-jet de gran formato y un conjunto de PCs integrados a la red usando Novell y PATHWORK software, con la intención que sirvan en un futuro con X-terminals.

– Por lo que respecta al software, éste se compone principalmente de los gestores de bases de datos relacionales RDB and ORACLE para el manejo de los datos alfanuméricos ARC/INFO, para la gestión de la información vectorial, y AMATEL, de desarrollo interno, orientado exclusivamente a los datos raster, y muy especialmente para el tratamiento digital de imágenes y de DTMs.

* *El equipo multidisciplinar*

Uno de los problemas más importantes que ha de salvar la implantación

de S.I.G. en la Administración, es la dificultad de contar con personal especializado en el manejo de este tipo de herramientas, debido a la rigidez de las posibilidades de contratación y a la imposibilidad de reciclar al personal existente. En este sentido, estas dificultades fueron más fáciles de salvar por parte de la A.M.A. al coincidir el desarrollo del Sistema con un organismo de reciente creación que tenían abierta las posibilidades de contratación.

Como resultado, hoy día el sistema cuenta con 23 técnicos implicados directamente en la explotación y desarrollo del mismo. Respondiendo a la amplia gama de informaciones y aplicaciones objetos del SINAMBA este equipo de técnicos está compuesto por geógrafos, geólogos, ingenieros agrónomos, biólogos, físicos, matemáticos, topógrafos e informáticos, todos ellos especializados en el uso de las nuevas tecnologías de manejo de información espacial. Sólo así y mediante el trabajo integrado de analista informáticos y temáticos puede garantizarse la operatividad del proyecto.

* *La información*

Constituye el núcleo central del sistema, y sin lugar a dudas, el elemento más costoso en términos económicos y de tiempo.

La intención del SINAMBA de convertirse en un instrumento capaz de simular distintas y complejas situaciones del mundo real, le obligan, como se ha repetido con anterioridad, a integrar informaciones de los múltiples aspectos que conciernen a la actividad medioambiental.

Entre las informaciones residentes en el Sistema podría distinguirse tres tipos:

a) **Fuentes de datos preexistentes:** Generados por diversidad de organismos públicos, instituciones de investigación, etc, que han sido recogidas por el Sistema. Sin embargo las informaciones susceptibles de ser incorporadas a un S.I.G. han de cumplir diversos requisitos (georreferenciación, base de referencia espacial, sistemas de representación

gráfica, etc), que no suelen poseer los documentos convencionales. Ello implica complejas tareas de homogeneización, de organización y estructuración de los datos, y de referenciación espacial adecuada, como trabajos previos a su incorporación al sistema.

Actualmente son muchas las bases de datos existentes en el Sistema, que provienen de fuentes documentales, trabajos de investigación, repertorios estadísticos, etc, producidos por otras instituciones:

- Clima.
- Suelos.
- Vegetación.
- Usos y Coberturas.
- Relieve y MDT.
- Agua (hidrología y calidad).
- Demografía.
- Divisiones administrativas y de planificación.
- Parámetros socioeconómicos.
- Carga contaminante (emisión e inmisión).
- Flora y Fauna.

Cada uno de estos grupos de datos, se desglosan a su vez en diferentes subgrupos de coberturas, pudiendo ser alfanuméricos, vectoriales o raster, y respondiendo a los tres niveles de escalas de trabajo del sistema: reconocimiento, semidetalle o detalle.

Hoy día el conjunto de informaciones existentes en el primero de los niveles (reconocimiento) se halla en un avanzado estado de desarrollo, pudiendo hablarse de una plena operatividad a este nivel.

b) Fuentes de datos "ex novo": Existen una buena cantidad de informaciones, generalmente a nivel de detalle, que habrán de ser generadas profesionalmente desde el sistema.

Al concernir únicamente a la gestión de los espacios naturales protegidos, y ser por tanto unas informaciones que tienen un objeto concreto, sus contenidos y estructuración varían según el tipo de espacio y las problemáticas de gestión que plantee cada uno en concreto. Así en aquellos situados en áreas montañosas, una información de gran

interés a levantar será la referente al DTM, mientras que éste no tiene sentido de un área de marismas o habrá de hacerse con otros planteamientos.

Por otro lado los contenidos de las informaciones a levantar a nivel de detalle estarán muy condicionados por su futura utilización en un S.I.G. con finalidad medioambiental. Así un mapa de vegetación generado para un espacio forestal, no responderá a los esquemas clásicos, sino que sus contenidos habrán de ser mucho más extensos, en la medida que tendrá que suministrar datos que alimenten a varios modelos. Por ejemplo, deberá indicarnos el grado de protección del suelo frente a la erosión a la vez que servir de mapa de combustibles en modelos de incendios, o de posibles hábitats en modelos relativos a fauna y flora.

En la actualidad se ha comenzado a trabajar en 8 de los 27 Parques Naturales de Andalucía, levantándose información digital referente a suelos, topografía, MDT, vegetación, fauna, límites administrativos y zonas de planificación, etc. a escala 1/10000.

c) Otro grupo de informaciones: que encierra el sistema son los precedentes de las imágenes de satélite. Estas se contemplan como la fuente de datos más dinámica dentro del mismo, sirviendo a múltiples propósitos.

Actualmente la biblioteca de imágenes se compone de más de 300 imágenes de satélite de alta resolución (SPOT, Landsat TM y MSS) a las que habría que sumar la posibilidad de recepción en tiempo real de NOAA-AVHRR.

Una última fuente de entrada de datos al sistema es la procedente de estaciones remotas de control de parámetros de calidad del aire y de las aguas, pertenecientes a una Red de Vigilancia dispersa por la región. A éstos habrá que unir en un futuro próximo datos en tiempo real de estaciones meteorológicas de medición automática gestionados por diversas instituciones.

Todos estos datos son recepcionados en continuo, tratados estadísticamente y almacenados en el sistema.

* Modelos

Los modelos constituyen el objetivo último de cualquier S.I.G. y sus aplicaciones demuestran la verdadera potencialidad de estas herramientas como simuladoras de situaciones reales y de recreación de "escenarios".

Estos juegan así mismo un papel fundamental, pues traducen las demandas de los usuarios en procesos ponderados de interrelación entre distintas coberturas y bases de datos del Sistema.

En la bibliografía y en el mundo científico se han vendido desarrollado infinidad de modelos destinados a la evaluación de problemática de interés medioambiental. Sin embargo un problema fundamental de la mayoría de estos modelos, a la hora de su aplicación, reside en que o bien han sido desarrollados para un área geográfica concreta y sus resultados no son siempre extrapolables, o bien demandan una ingente cantidad de datos de los que no siempre se dispone. Todo ello implica que la aplicación de un modelo nunca sea una tarea fácil, sino que implica laboriosos trabajos de adaptación del mismo y de las bases de datos existentes en el Sistema.

Igualmente existen otros modelos que han sido desarrollados directamente desde el SINAMBA, generalmente como consecuencia de demandas concretas de otros departamentos de la A.M.A. o del Gobierno Regional.

En general el SINAMBA, como sistema abierto, pretende ofrece soluciones prácticas a cualquier tipo de demanda de carácter espacial relacionada con la gestión medioambiental, y en ese sentido sus aplicaciones potenciales son sumamente amplias. Algunos ejemplos de las realizadas pueden ser las siguientes:

- Modelos de riesgos de erosión potencial y real.
- Cálculos de pérdidas de productividad de los suelos agrícolas por efectos de la erosión.

- Capacidad de uso agrícola de los suelos.
- Potencialidad climática para el crecimiento de especies forestales.
- Delimitación de áreas de "agricultura marginal".
- Modelos de ubicación potencial de vertederos de residuos sólidos urbanos.
- Evaluación de daños producidos por incendios forestales.
- Modelos de evaluación del riesgo de incendios en tiempo real.
- Modelos de evaluación de las repercusiones del ascenso del nivel del mar en áreas de marismas.
- Modelos de cuantificación y distribución espacial de parámetros de calidad de las aguas litorales.
- Modelos de funcionamiento hidrodinámico de las aguas litorales.
- Estadística y distribución espacial de cultivos agrícolas a partir de imágenes de satélite.
- Modelo de evaluación de los déficits hídricos de la región en tiempo real.

PERSPECTIVAS FUTURAS

Una vez alcanzado un importante grado de operatividad, las próximas evoluciones del SINAMBA van destinadas a facilitar su utilización y explotación por parte de los distintos departamentos de la A.M.A.

En este sentido, en 1993 desde la Agencia de Medio Ambiente se ha comenzado un proceso de descentralización del Sistema, hasta ahora residente en los Servicios Centrales en Sevilla. Este proceso implicará el establecimiento de estaciones de trabajo en las 8 Direcciones Provinciales y algunas de las oficinas de los Parques Naturales gestionados por este organismo. Cada uno de estos departamentos se harán responsables del mantenimiento y actualización de sus datos y coberturas temáti-

cas, enviándolas periódicamente a los Servicios Centrales de Sevilla, donde residirá el núcleo Central del Sistema.

Para facilitar las tareas de manejo de estas tecnologías por personal inicialmente no experto, se han desarrollado aplicaciones destinadas a hacer más transparentes las funciones principales de algunos softwares como ARC/INFO y ORACLE. En ese sentido se han desarrollado "custom menus" que permiten el acceso fácil a bases de datos gráficas y alfanuméricas, su edición y algunas de las principales funciones de manejo de dichas bases de datos.

Igualmente, y para permitir la explotación directa de muchas de las informaciones residentes en el Sistema, está en avanzado estado de desarrollo el programa SINAMBA-view. Este proyecto, parcialmente financiado por el Programa IMPACT de la Unión Europea, tiene como objeto la realización de un prototipo sobre PC que permite la navegación y consulta de numerosas bases de datos gráficas y alfanuméricas residentes en el SINAMBA, sin requerir ningún conocimiento de informática o de manejo de S.I.G.

Por último habría que señalar que aunque el Sistema haya iniciado una fase de expansión hacia el exterior para dar servicio a la comunidad de usuarios, un proyecto de esta envergadura difícilmente tiene un final. En ese sentido el grueso del trabajo sigue estando centrado en la implementación de nuevas informaciones en el Sistema, especialmente los niveles de detalle y semidetalle. Igualmente se viene trabajando en la aplicación y desarrollo de nuevos modelos, y en la aplicación de la arquitectura informática para adaptarla a las nuevas necesidades. En ese sentido se halla en preparación un rediseño total de Sistema hacia una arquitectura basada en estaciones de trabajo sobre UNIX para un futuro próximo.

APLICACIONES DEL SISTEMA DE INFORMACION AMBIENTAL DE ANDALUCIA

El *Sinamba*, como todo Sistema de Información Geográfica, es un sistema

de bases de datos para manejo de datos digitalizados espaciales y temáticos de muy diversa índole. Sus aplicaciones fundamentales se dirigen a facilitar la evaluación, gestión y planificación de los recursos naturales y socioeconómicos asistida por ordenador. Estas aplicaciones pueden ser múltiples, derivándose de los componentes esenciales del Sistema.

Permite la introducción de información en forma de tablas o mapas. Ello da lugar a la generación de un archivo de datos interrelacionados, los cuales pueden ser consultados a través de diversos periféricos de ordenador. Pero el Sistema dispone también de herramientas de análisis y manipulación para la generación de modelos de evaluación y/o gestión de la información. Finalmente, es posible obtener salidas gráficas, cartográficas y listados de informaciones simples o agrupadas.

Los datos introducidos en el Sistema son, normalmente, datos temáticos y espaciales derivados de una combinación de mapas existentes, fotografías aéreas y tratamientos realizados sobre imágenes obtenidas por sensores remotos. Con el subsistema de manejo de datos y el de análisis se pueden establecer como, por ejemplo: cuáles son las mejores tierras para realizar una repoblación forestal con una especie determinada. Con el subsistema de salidas de datos se pueden obtener informes en forma tabular o cartográfica de los fenómenos a estudiar. Por otra parte, como la recopilación de información en que se basa el Sistema queda rápidamente obsoleta, es necesario proceder a la actualización periódica del mismo, con nuevos datos espaciales y temáticos. Los sensores remotos, situados a bordo de satélites son las fuentes más eficaces para este tipo de actuaciones, pudiendo ser empleados, sus datos, en combinación con otros elaborados de forma convencional y derivar aplicaciones de evaluación, control y seguimiento que pueden tener múltiples finalidades.

De este modo el *Sinamba* se constituye en un sistema con capacidad de simulación, al objeto de ofrecer soluciones prácticas a problemas complejos de la gestión ambiental.

Las aplicaciones potenciales del Sistema son tan numerosas, como variadas. Algunos ejemplos de las mismas pueden ser las siguientes:

- Producción de cartografía, básica, temática, o de imágenes de satélite, siempre con amplias posibilidades de tratamiento, incluyendo la combinación entre ambos tipos de representación.
- Inventario de usos, generales o específicos.
- Cálculos geográficos.
- Producción de informes especializados, y actualizados, para estudios, proyectos u otros fines que lo requieran.
- Detección y seguimiento de fenómenos o procesos físicos, naturales o artificiales (dinámica lito-

ral, dispersión de contaminantes, incendios forestales, inundaciones y otros episodios catastróficos, cambios de usos, control de plagas y enfermedades vegetales, sugerencias de agua en el mar,...).

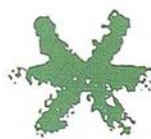
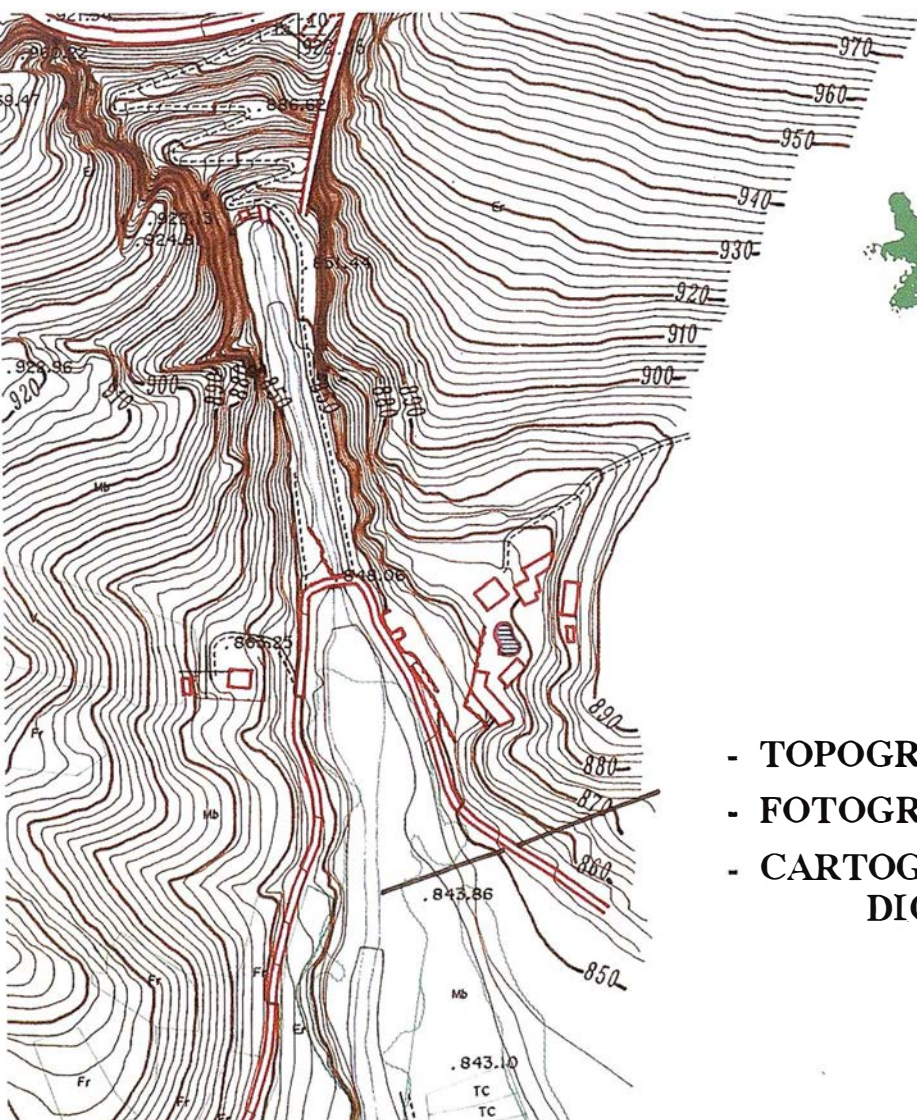
- Pronóstico de producciones agrícolas o forestales.
- Evaluaciones de capacidad de uso de los recursos.
- Evaluaciones de calidad, impactos, o costes ambientales.
- Evaluación de aptitud de uso específico de las tierras para cultivos o especies forestales determinadas.
- Cálculos de potencialidad climática para crecimiento de la vegetación.
- Pronóstico de la erosión actual y potencial en función de diferentes alternativas de uso del suelo.

- Modelos de simulación de distribución de contaminantes en estuarios considerando parámetros de relieve, hidrodinámica, etc.

- Modelos para la elaboración de cartografía de riesgos de incendio en tiempo real.

- Localización de puntos óptimos, por distancia física o temporal, coste económico o físico, para ubicación de actividades específicas (viveros, canteras, ...).

De esta forma el SinambA permite simular la compleja realidad de la naturaleza, incluida la propia acción humana, segmentándolo en múltiples aspectos homogéneos que facilitan su comprensión y, por tanto, la planificación de las intervenciones necesarias en áreas del desarrollo socioeconómico y de la protección de la naturaleza.



CARTOGRAFIA DIGITAL TOP

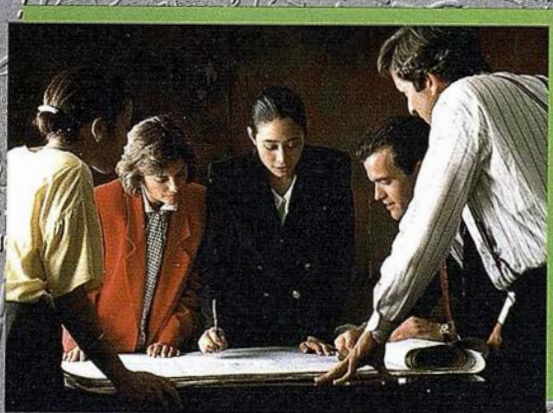
Cartagena, 99 1ªA - 28002 MADRID
Tel.: (91)415 13 09 - Fax.: (91)415 13 09

- TOPOGRAFIA
- FOTOGRAMETRIA
- CARTOGRAFIA
DIGITAL



Descubre el territorio

CARTOGRAFÍA DIGITAL



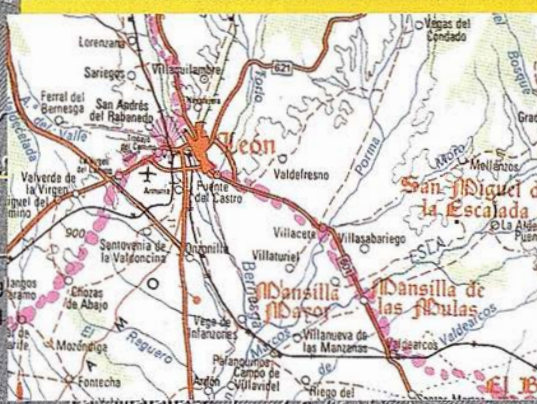
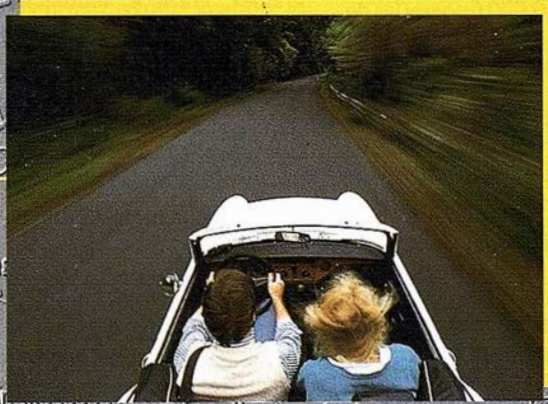
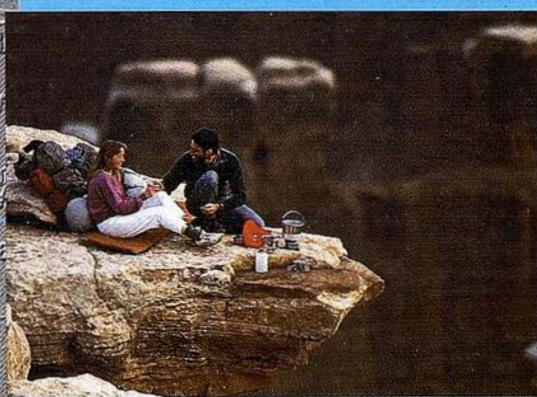
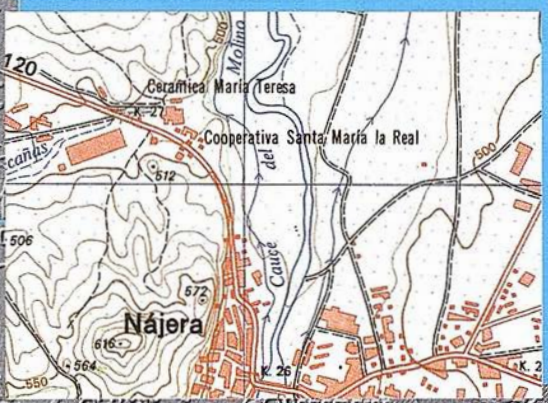
MAPAS PROVINCIALES

CENTRO NACIONAL DE IN

General Ibáñez
Fax: (91) 553 29 1
Venta: (91) 3
Servicios Regi

con nuestros mapas.

MAPAS TOPOGRÁFICOS



MAPAS TURÍSTICOS

INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (CNIG)

3 - 28003 MADRID.
ción: Tel. (91) 536 06 36
0 Exts.444 y 484
Centros Provinciales



Ministerio de Obras Públicas, Transportes
y Medio Ambiente
Instituto Geográfico Nacional

INSTITUTO GEOGRAFICO COLOMBIANO ESTABLECE UN CENTRO DE INFORMACION

En el marco de la celebración del sexagésimo aniversario de su creación, el Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" de Colombia dio al servicio de Centro de Información Geográfica (CIG), en su sede central de Bogotá.

El CIG significa la integración que presta el Instituto en materia de Cartografía, Geografía, Agrología, Catastro, Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica. Se incluyen allí mapas, planos, fotografías, imágenes de radar y todas las publicaciones de la entidad.

Los clientes y usuarios del Instituto -más de medio millar visitan el Centro diariamente- son funcionarios del Estado, de organizaciones privadas, investigadores, profesionales, estudiantes y ciudadanos en general, que tienen ahora a su disposición información sistematizada a través de seis terminales de computador y con programas fáciles de aplicar.

Simultáneamente se fortalecen los Centros de Información Geográfica de las 21 seccionales y oficinas delegadas que tiene el Instituto en todo el país, mediante el mejoramiento de la dotación y la capacitación de los funcionarios y la actualización en materia de cartografía, geografía, fotografía, ventas y atención al público.

Los clientes y usuarios disponen en la capital colombiana de un espacio abierto que integra las diferentes dependencias: Auditorio, con capacidad para 80 personas; Biblioteca, Museo de Suelo, Hemeroteca, Fototeca, Sala de Ventas y Consulta y las oficinas de la División de Información.

LA BIBLIOTECA

La Biblioteca, conocida como Centro de Documentación Técnica del Instituto Geográfico de Colombia, tiene una base de datos de aproximadamente 8.900 registros y más de 10.000 títulos. Incluye libros y artículos de revistas en torno a las áreas de especialización del Instituto: Cartografía, Geografía, Suelos, Catastro, Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica.

La Biblioteca ofrece servicio de préstamos interbibliotecario e interno, y de bibliografías especializadas que sirven de

apoyo a las investigaciones que se adelantan en la institución.

En el área de diseminación, produce el boletín *Novedades Bibliográficas*, que incluye las tablas de contenido de las últimas revistas y libros recibidos en la Biblioteca. Se presta el servicio de reproducción de documentos por medio de fotocopias.

En la Biblioteca se puede consultar monografías departamentales, estudios de suelos, revistas especializadas, enciclopedias, diccionarios, atlas y anuarios estadísticos.

La Hemeroteca está construida por una colección de 250 títulos de publicaciones periódicas como revistas, folletos y boletines especializados en las áreas ya mencionadas.

La Fototeca comprende alrededor de 15.000 diapositivas, 10.000 fotografías de papel, 1.200 selecciones de color e ilustraciones, sobre temas como geografía humana y física, cultura y turismo, arquitectura, ganadería y vegetación.

EL MUSEO DE SUELOS

El Centro de Información Geográfica alberga también al Museo de Suelos, que busca facilitar el conocimiento de las características que tiene ese recurso en las principales cinco regiones naturales del país. Colombia presenta una variada gama de suelos debido a los marcados contrastes de su geografía.

Las regiones, que difieren por sus características climáticas, vegetación, materiales geológicos y relieves son: Región del Pacífico (correspondiente a la Costa sobre el Océano Pacífico), Andina e Interandina (Cordillera de los Andes), de la Amazonia, la Orinoquia (selvática), el Caribe (Mar) e Insular.

Los suelos de cada región están representados a través de monolitos, gráficas, tablas y fotografías que dan una idea de su medio ecológico, social y económico.

Los visitantes de Museo aprenden a diferenciar los suelos por su color, textura y estructura y a valorar la importancia de darles uso adecuado y explotación racional.

ATLAS EN CD ROM

El Instituto Geográfico de Colombia inauguró también recientemente en su Centro de Información Geográfica la primera versión beta del Atlas y el Diccionario Geográfico de Colombia en CD Rom con uso de multimedia.

El director del Instituto, Santiago Borrero Mutis, dijo que se trata de ofrecer nuevas posibilidades de consulta y manejo de información geográfica del país, gracias al desarrollo de nuevas tecnologías en materia de computación y con base en la tradición de la entidad en la producción de información cartográfica, para apoyar los procesos de desarrollo, planificación y ordenamiento territorial.

El Atlas sintetiza la información más reciente de técnicas modernas de despliegues de mapas, textos, tablas, diagramas, gráficos, animaciones, sonido, videos y fotografía, los cuales permiten conocer de forma integral a Colombia.

Se resaltan aspectos que van desde el origen y evolución del país, sus características biofísicas y socioculturales, sus estructuras económicas hasta la planificación y la gestión ambiental.

Gracias a la nueva tecnología de los sistemas de información geográfica, se integra el conocimiento y la cartografía existentes sobre el relieve y la división político-administrativas del país, departamentos, municipios y distritos con la descripción de los nombres de los lugares y accidentes geográficos.

Muestra igualmente aspectos relacionados con los suelos, el clima, la distribución y movimientos de la población, la estratificación socioeconómica y la cobertura de servicios, grupos étnicos, regiones culturales, áreas e infraestructura para el turismo y la recreación y los equipamientos básicos para la producción económica.

NOTA: Los interesados en cualquier información diríjanse a

INSTITUTO GEOGRAFICO
AGUSTIN CODAZZI
Carrera 30, nº 48-51
Tif: 368 0957
SANTA FE DE BOGOTA

JORNADAS SOBRE CARTOGRAFIA Y GIS EN ARAGON

APLICACION DE LOS GIS A LOS PLANES DE ORDENACION

Luis MAR SARDAÑA

Director Técnico de INTEGE, S.A.

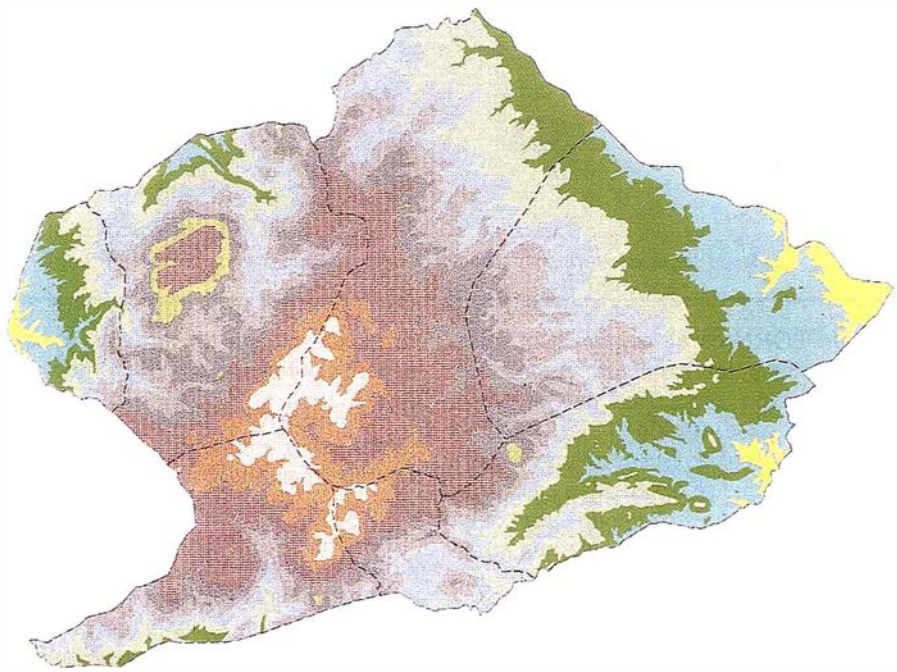
INTRODUCCION

Los sistemas de información geográfica o sistemas de información territorial, más concretamente, han demostrado en los diez últimos años que son una herramienta muy eficaz para la gestión de información de un área definida, siempre que los datos estén suficientemente delimitados. La gestión global de una zona, aunque técnicamente se ya posible con la potencia de los GIS actuales, no es aplicable mientras la gestión, en la práctica, está sectorizada por departamentos.

Por ese motivo, cuando se plantea la gestión mediante GIS de un territorio, sector, parcela, ciudad, actividad, etc..., hay que empezar definiendo los límites del estudio.

Los límites físicos, legales, de competencias los determina la propia gestión. No se debe caer en la trampa de ampliar los límites para una mejor gestión, basándose en la potencia del GIS, pudiese rompería la estructura natural de la gestión.

Los límites de información digital quedan determinados por los datos necesarios, utilizados en la gestión y por la escala de cartografía óptima. No todo es informatizable y previamente se ha de realizar una selección, codificación



1.- Mapa topográfico. Con gradiente de color en curvas de 100 m.

y creación de las estructuras que den a la gestión con GIS una máxima eficacia.

Los límites de calidad, resolución y profundidad del trabajo, desgraciadamente, viene determinados por el factor económico. Trabajando con GIS al aumentar el rendimiento este límite se puede ampliar.

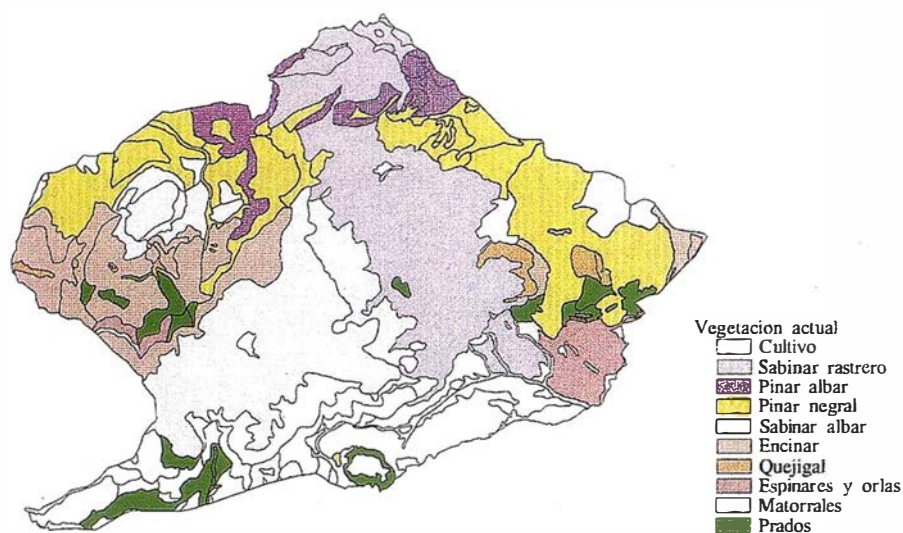
El límite del entorno temporal depende mucho del trabajo que se este realizando. En la gestión de una zona lo ideal serían los datos actuales, pero eso nunca es posible. Por ejemplo, en caminos rurales y pistas forestales a escala 1:50.000, la información existente tiene más de cinco años y reconstruirlos no suele estar contemplado en los presupuestos del trabajo. Este es uno de los problemas, de mala solución, que los

usuarios de cartografía deben afrontar en cualquier trabajo.

Definidos los límites, la información de datos y cartografía obliga, dentro de lo posible, a actualizar, revisar y digitalizar la información delimitada.

APLICACION CONCRETA A UN PORN

En esta comunicación se presenta el trabajo del Plan de Ordenación de Recursos Naturales de la Sierra de Javalambre como ejemplo de transformación de una gestión no informatizada a un tratamiento mediante GIS de un espacio natural.



2.- Mapa de vegetación actual. Clasificación fisiognómica de comunidades.

Un PORN es el marco en el que deben de operar los instrumentos de planificación específica del espacio natural. A continuación el PRUG (Plan Rector de Usos y Gestión) regula las actividades que se desarrollan en el espacio protegido. Esto supone que el objetivo está en la definición de una normativa para un espacio natural para que posteriormente se puedan regular las actividades y crear una herramienta para su gestión.

Un GIS es la herramienta idónea para gestionar un espacio natural. Gran parte de la información utilizada está georeferenciada y su utilización necesita un sistema funcional de análisis y explotación de los datos con representaciones gráficas.

Los gestores de espacios naturales tienen en los GIS una herramienta que facilita y agiliza la toma de decisiones.

La cartografía final, además de generarla en formato papel, habrá que integrarla en una GIS con todos los datos asociados.

El límite físico de aplicación es la Sierra de Javalambre, al sur de la provincia de Teruel. 425 Km² de zona de montaña entre 900 y 2100 metros de altura. Mantiene un nivel alto de conservación y su vegetación es rastrera en las

cumbres, rodeada de pinares y con pequeñas poblaciones en los valles.

La información digital se ha realizado en coberturas ArcInfo a 1:50.000 como la escala idónea y requerida para este trabajo. Se realizó sobre un sistema basado en PCs. Aunque los sistemas normalmente empleados son estaciones de trabajo y superiores, para este tipo de GIS los sistemas PC son suficientes en calidad y rendimiento a un coste mucho más bajo, pudiendo invertir más recur-

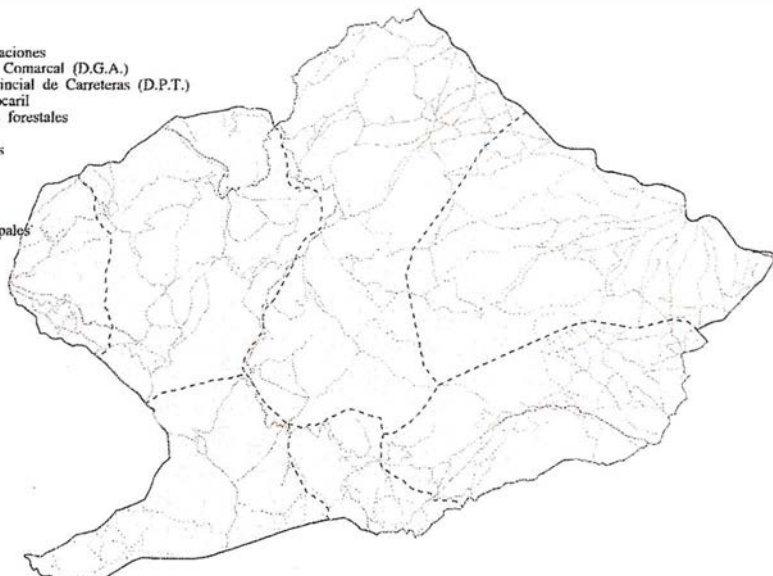
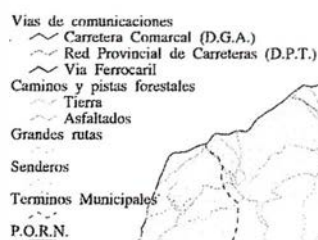
sos al análisis y estudio. Además es más inmediata y factible la instalación del GIS en el centro donde se esté realizando la gestión del espacio natural. En todas las oficinas existe un PC con suficientes prestaciones para su instalación.

En la definición del GIS se identificaron las entidades geográficas, su distribución como cobertura y la determinación de los atributos necesarios para la zonificación y normativa final del PORN.

El trabajo de un PORN tiene el agravante de ser multidisciplina. El trabajo de los distintos especialistas se coordinó constantemente para unificar los criterios.

En su momento se buscó toda la información que de alguna manera existiera en formato digital. Solo se localizó una restitución de un vuelo, a escala 1:5.000 de los cambios de la zona de cumbre, unos 50 Km². Esta información fue buena salvando los problemas, formato y definición de las coberturas.

El resto de la información existente (curvas de nivel, picos, términos municipales, ríos, barrancos, manantiales, carreteras, caminos, sendas, ferrocarril, edificios, geología, montes, cotos, Normas Subsidiarias, ...) se digitalizó sobre tableta a partir de los mapas 1:50.000 del Servicio Geográfico del Ejército,



3.- Red viaria.

Instituto Geográfico Nacional, Instituto Tecnológico Geominero de España, Ministerio de Agricultura y de los pocos trabajos realizados sobre la zona.

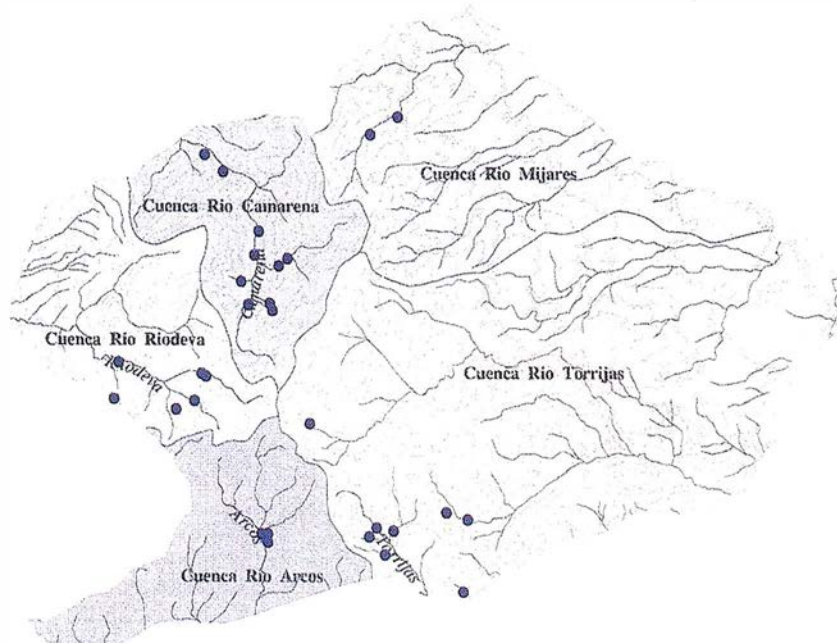
Para actualizar esta información se emplearon cientos de horas de campo y se confrontó la información con las personas encargadas o conocedoras de los distintos temas.

Se creó, con más horas de campo e interpretación de las fotografías aéreas, el resto de información primaria (vegetación, paisaje, fauna, climatología, suelos, zonas de acampada, zonas recreativas,...).

A toda esta información se le añadieron los nombres, clasificación y todos los datos necesarios para su posterior estudio.

A partir de la información anterior se obtuvo, por medio de análisis con GIS y de protocolos específicos, la información secundaria (vegetación potencial, valoración de la vegetación, cuencas hidrográficas, pendientes, mapas de incendios, paisaje erosivo, niveles de erosión,...).

Toda esta información se confrontó con las aplicaciones GIS y sirvió como herramientas básicas para la obtención



4.- Mapa hidrológico. Representación de cuencas, ríos, barrancos y fuentes sobre las curvas de nivel.

del diagnóstico. La zonificación fue una conclusión lógica.

CONCLUSIONES

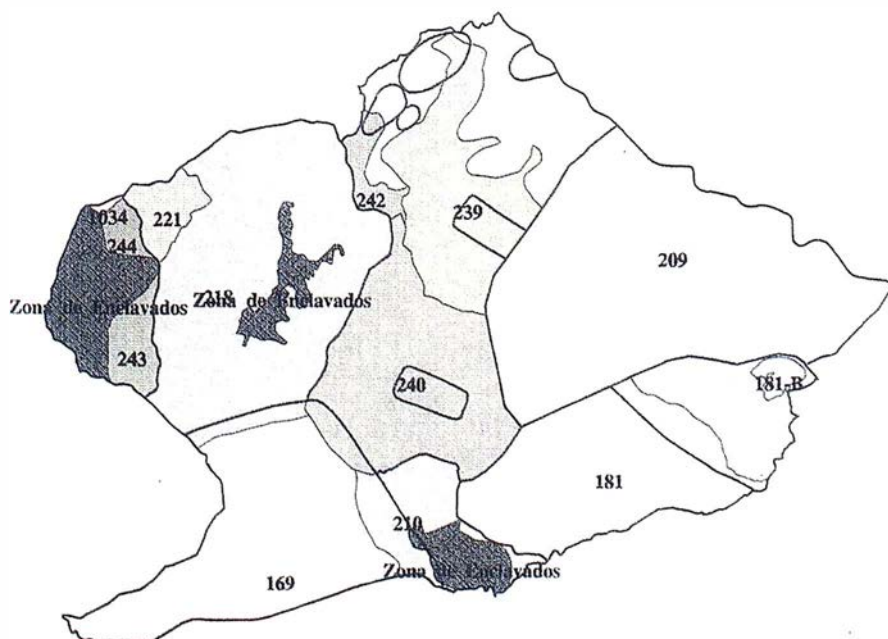
Aunque, como se ha apuntado al principio, los GIS por ahora son estancos, en el futuro cuando las autopistas

de la información se normalicen y la protección de datos se racionalice, deben de estar hechos en sistemas standard, para conectar distintos GIS y complementar la información.

Existen unas normas EDI para el intercambio de datos, que han tenido un gran éxito en los sistemas bancarios, pero creo que en los GIS, como en la mayoría de los sistemas informáticos, el mercado está definiendo el formato standard.

Afortunadamente, se ha empezado a comercializar información digital, que facilitará y abaratará la creación de trabajos como el expuesto, pero quedan todavía muchos factores que unificar y que los creadores de cartografía GIS a la venta, como el Instituto Geográfico Nacional, deberían tener en cuenta. En nuestra experiencia de recopilar información de distintos sitios, nos ha costado muchas horas de trabajo unificar los dispares criterios. Por dar unas muestras de esto se podrían nombrar: las escalas, la densidad de las polilíneas en cada escala, formatos de los ficheros digitales de intercambio, la definición de coberturas y sus campos, nombres de los temas generales (curvas de nivel, parcelación...), etc...

5.- Mapa comparativo de los cotos de caza sobre los montes de utilidad pública.



APLICACIONES S.I.G. EN EL CAMPO FORESTAL

María José Franchés Careaga.
Ingeniero de Montes.

Ofelia Escudero Nogué.
Biólogo.

1.- INTRODUCCION

El objeto de esta ponencia es proporcionar una visión global de la utilización de los GIS en el Campo forestal.

Cualquier proyecto ya sea de ordenación de montes, de corrección hidrológico-forestal, de repoblaciones etc, conlleva el análisis de variables asociadas al Medio Físico tales como Cubierta Vegetal, Litofacies, Suelos, Pendientes, Exposiciones, Climatología, etc., que confieren al territorio gran variabilidad según se combinen, y no es nada extraordinario, encontrarnos con análisis de mapas con más de 500 recintos en los que una variable toma distintos valores, a superponer con otra u otras que tienen similares características.

En cuanto a entidades lineales que se manejan, habrá que tener en cuenta la importancia de la red de pistas forestales como infraestructura básica, así como la red hidrográfica, por donde aforan los sedimentos de los procesos erosivos.

Asimismo algunas entidades puntuales cobran especial relevancia en el caso de balsas contra incendios forestales, puntos de encuentro, situación de parcelas de muestreos en inventarios de existencias, etc...

Según sea la naturaleza del proyecto, estas variables se combinan en un ámbito territorial como puede ser la cuenca hidrográfica, o bien en un límite administrativo como puede ser la unidad de gestión M.U.P.

Además en ocasiones la toma de decisiones debe hacerse en ambos ámbitos al mismo tiempo, por ejemplo: coste de actuaciones a llevar a cabo en

una cuenca hidrográfica en cada uno de los montes que la integran.

Ante estas consideraciones, se intuye que los GIS constituyen una herramienta imprescindible en el campo forestal, y que enumerar todas las aplicaciones que los mismos tienen en dicho campo, equivale prácticamente a hacer una enumeración de las actividades que los profesionales forestales llevan a cabo.

No obstante y sin ánimo de extenderme demasiado, trataré de exponer algunas de las aplicaciones en las que nuestra empresa dedicada a temas forestales, ha utilizado el GIS pc-ARC/INFO 3.4D, y en los que se ha revelado como una herramienta imprescindible. Se exponen las aplicaciones directas en temas de planificación referida a dos de las cuestiones que generan más preocupación en el sector como son la erosión superficial y los incendios forestales.

En cada una de las aplicaciones, se hará a modo de introducción una breve reseña de la metodología del trabajo, exponiendo a continuación la utilización que se ha hecho del GIS para la consecución el objetivo planteado, incidiendo en aquellos aspectos que creemos pueden ser de mayor interés.

2.- PROCESOS EROSIVOS Y CORRECCIONES HIDROLOGIO-FORESTALES.

El análisis de procesos erosivos se lleva a cabo desde el punto de vista cualitativo mediante la definición de "Paisajes erosivos" y desde el punto de vista cuantitativo mediante la "Determinación de las pérdidas de suelo y cuantificación de la emisión de sedimentos de una cuenca".

2.1. Análisis cualitativo

El objetivo es definir las zonas del territorio con mayor vulnerabilidad a los procesos erosivos en función del

grado de protección de la cubierta vegetal y del binomio relieve-litofacies.

En este caso la utilización del GIS se limita a una digitalización de las tres variables y una combinación de las bases de datos asociadas para la obtención de una nueva variable temática denominada "Paisaje erosivo".

APLICACION

Una vez obtenido el plano de paisajes erosivos con el GIS, cualquier modificación en la cubierta vegetal, implica una modificación en dicho paisaje erosivo. Esto permite elaborar un nuevo plano de paisajes erosivos con modificar únicamente el valor vegetación en un recinto determinado.

La utilidad que se ha dado a este análisis en nuestra empresa, ha sido determinar las superficies más vulnerables a procesos erosivos tras una destrucción de la cubierta vegetal por un incendio, pudiendo definir de este modo prioridades de defensa en planificaciones de actuaciones en prevención y vigilancia de incendios, en aquellos perímetros en los que se detecta una mayor vulnerabilidad.

2.2. Análisis cuantitativo

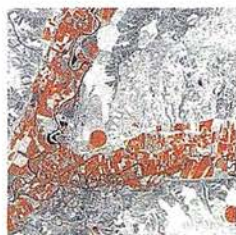
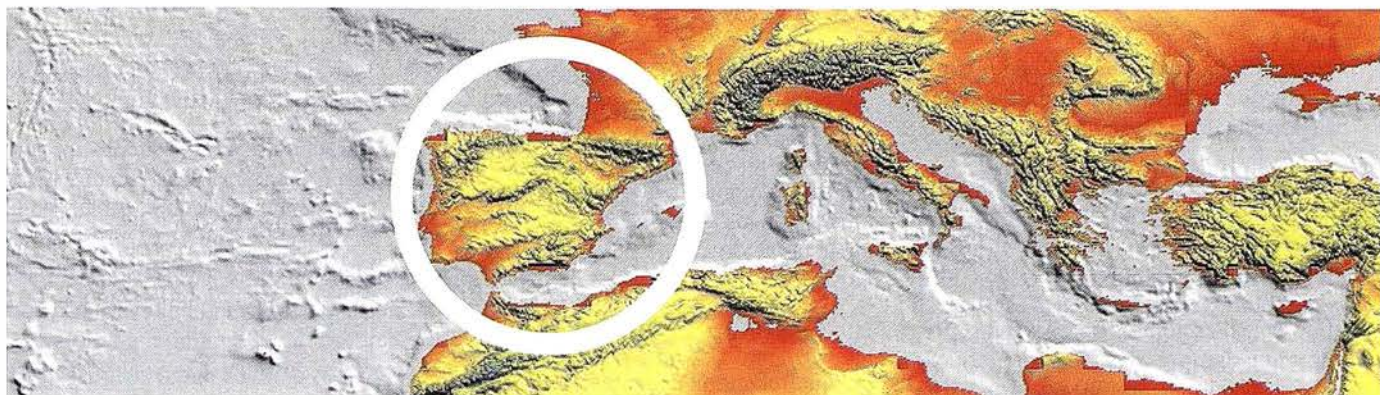
La determinación de las pérdidas de suelo se lleva a cabo mediante la ecuación.

$$A = R * K * LS * C * P \text{ donde:}$$

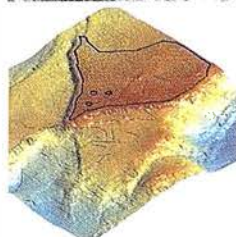
- * R: Índice de erosión pluvial dependiente del clima.
- * K: Factor que depende del tipo de suelo.
- * LS: Función del relieve.
- * C: Función del uso del suelo.
- * P: Función de las prácticas de conservación.

De este modo con la superposición de variables asociadas al territorio, se obtiene una variable superficial que

ER Mapper 5.0



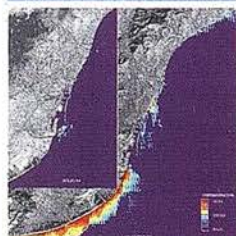
- AGRICULTURA.
- MEDIO AMBIENTE.
- ORDENACION DEL TERRITORIO.



- GEOLOGIA.
- EXPLOTACION MINERA, PETROLEO Y GAS.



- MODELOS DIGITALES DEL TERRENO.
- VISION 3D.



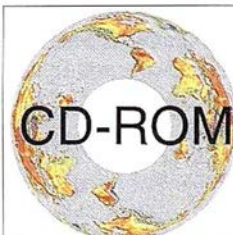
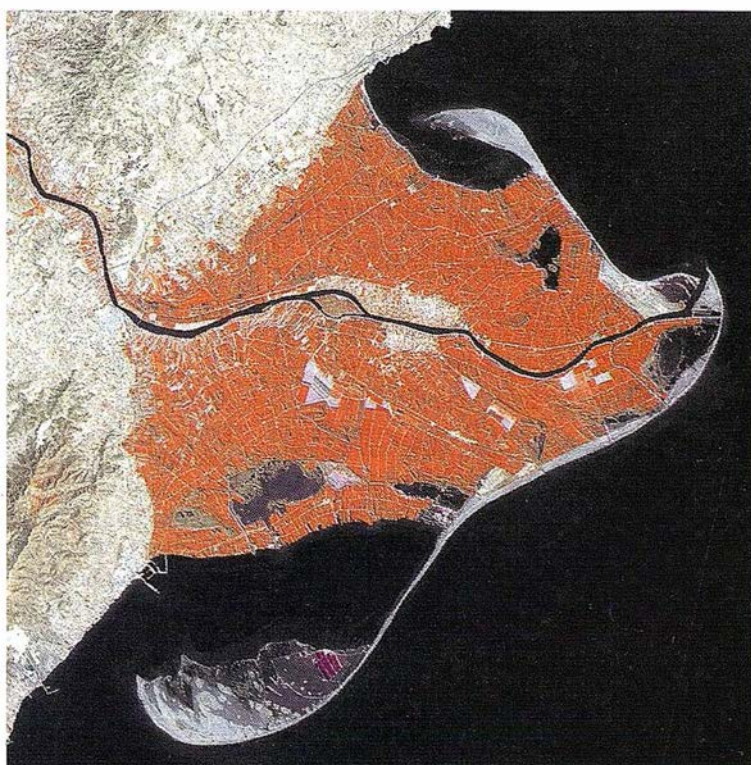
- CALIDAD DE AGUAS LITORALES.



- PLANIFICACION URBANA.
- INTEGRACION GIS - DBMS.



Distribuidor Oficial



Pruébalo antes de comprarlo. Solicite su CD-ROM con el sistema completo de forma gratuita (versión UNIX o PC).

IBERSAT, S.A.

c/ Araquil, 11
28023 Madrid
Tel. (91) 357 18 60
Fax (91) 35731 92



IBERSAT S.A.

PIONEROS EN ESPAÑA EN TELEDETECCION

proporciona una cartografía de recintos en los que se definen cuantitativamente la pérdida de suelos anual.

El aspecto más destacable de la utilización del GIS en este capítulo ha sido la obtención del factor índice de erosión pluvial. Este índice requiere de un análisis climático tal que a partir de datos puntuales numéricos como son los proporcionados por el Instituto Meteorológico Nacional, se obtenga una variable continua asociada al territorio. Para ello se efectúan regresiones con los datos disponibles que permiten obtener en función de las coordenadas "x", "y", "z" de cada punto, el valor de la variable climática considerada.

Una vez generada la superficie de regresión del factor r o cualquier otro dato climático, se acude a un proceso auxiliar que consiste en generar una cuadrícula de pequeño tamaño, y a su centroide asignarle las correspondientes "x", "y", "z" proporcionadas por el GIS. Aplicando la regresión anteriormente obtenida, podemos obtener la correspondiente "rasterización" de las regresiones climáticas y en consecuencia del índice de erosión pluvial.

El siguiente paso consiste en obtener una cobertura de isoclinas, lo que permite discretizar dicho factor según un ancho de banda y convertirlo en una cobertura vectorial a utilizar en combinación con las de edafología, relieve, y vegetación.

La superposición cartográfica de estas variables, se lleva a cabo con el GIS, y al plano resultante, se le aplica en cada recinto, el algoritmo comentado. De este modo podemos clasificar el territorio, en distintas clases según los valores que hayamos obtenido, y en consecuencia podemos generar planos de pérdidas de suelo.

APLICACION:

Una vez definidas las zonas de mayor pérdida de suelo, se obtiene de modo inmediato las superficies en las que la actuación de lucha contra la erosión debe ser prioritaria. Además de la localización de las mismas, se obtiene de modo inmediato la cuantificación de las superficies a tratar.

2.3. Caudal sólido aforado por una cuenca

A fin de determinar el caudal sólido aforado por una cuenca hidrográfica, se superpone la cartografía de pérdidas de suelo a la de cuencas y mediante la ecuación:

$$Y = 11,8 (Q * q_p)^{0.56} * K * LS * C * P$$

que relaciona caudales punta, escorrentías y pérdidas de suelo, podemos cuantificar los sedimentos emitidos por una cuenca en una tormenta con un período de retorno determinado.

Para ello es necesario disponer de variables del medio físico tales como longitudes de barrancos, superficies de las cuencas vertientes, capacidades de infiltración de los suelos presentes, etc. lo cual implica la necesidad de disponer de un instrumento potente en el manejo de variables cartográficas revelándose de nuevo como indispensable el empleo de GIS.

APLICACION:

Permite estimar el volumen de aportes sólidos que una cuenca afora para tormentas de un período de retorno determinado. Lo cual puede ser utilizado en cálculos de obras de corrección de barrancos. Nuestra empresa utilizó esta metodología en un estudio de los montes de Castejón en su vertiente a la acequia de Sora, actualmente aterrada por procesos de erosión no tenidos en cuenta en el proyecto de construcción de la misma. Se constató una clara correspondencia entre el volumen de aportes sólidos aforados calculados para las cuencas situadas en el curso bajo de la misma, y los porcentajes de aterramiento que presentaba la acequia.

2.4. Corrección hidrológico-forestal

Como consecuencia de todos los análisis anteriores, se pasa a planificar las actuaciones a llevar a cabo para detener los procesos erosivos.

El GIS en este caso nos proporciona los siguientes resultados:

- * Cuantía de las pérdidas de suelo y distribución espacial de las mismas.

- * Localización y dimensiones de las superficies de actuación.
- * Características del medio en cada una de las superficies de actuación, (pendiente, suelo, cota, clima, cubierta vegetal actual etc.), previamente inventariadas, y condicionantes del tipo de tratamiento o actuación a llevar a cabo.

Por lo tanto se puede asignar a cada zona un tipo de actuación según sus características, y dado que se conoce la superficie que incluye cada perímetro, se facilita muchísimo el cálculo aproximado del coste.

Como punto culminante de la aplicación de los GIS a temas de erosión, destacaré la posibilidad de llevar a cabo simulaciones en el sentido de calcular de nuevo las pérdidas de suelo, y los caudales sólidos aforados, tras modificar en cada recinto los valores de las variables supuestamente corregidas en el Plan de Actuación.

Teniendo en cuenta que las actuaciones forestales en muchos casos son a largo plazo, podemos hacer previsiones para el próximo quinquenio, decenio, etc.

3.- PLANIFICACION DE ACTUACIONES EN INCENDIOS FORESTALES

Los Planes Comarcales de Actuaciones contra Incendios Forestales, se estructuran del siguiente modo:

A. ANALISIS DEL MEDIO

- * **Medio natural:** Incluye la elaboración de cartografía temática y descripción exhaustiva de los siguientes aspectos: Clima, Geología, Pendientes, Orientaciones, Vegetación, combustibles e inflamabilidad. Y como resumen del mismo e incluyendo aspectos más ligados al desarrollo histórico de la comarca, el **Plano de Prioridades de defensa**.
- * **Medio Social:** En este capítulo se trata de definir aquellos aspectos del medio social más ligados al tema de los incendios forestales tales como

hábitos locales, actitudes frente a la extinción, etc.

B. LOS INCENDIOS FORESTALES: CARACTERIZACION

El objetivo fundamental de este capítulo consiste en analizar el fenómeno incendio en la comarca como punto de partida previo para dimensionar los medios requeridos en la lucha contra los incendios forestales. En concreto el análisis se estructura en los siguientes aspectos:

- * **Análisis de la causalidad**
- * **Localización del peligro en el espacio**
- * **Peligrosidad de los incendios en el tiempo**

C. INFORME SOBRE LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y EXTINCIÓN

En este bloque se efectúa un análisis de las actuaciones llevadas a cabo hasta la fecha en los tres aspectos comentados a fin de detectar deficiencias o sobredimensionamientos de las mismas.

D. PLANIFICACION

Como resultado de las etapas anteriores, se elabora un **documento planificador global básico** que contemple todos los aspectos requeridos en una organización de medios y actuaciones contra incendios forestales.

Como se aprecia, un Plan de Actuación contra incendios es un documento Planificador de actuaciones, generalmente llevado a cabo para grandes superficies, del orden de 100.000 Has. en el que hay que manejar y proporcionar gran cantidad de información cartográfica. Por ello el GIS se convierte en un instrumento imprescindible para su consecución.

La información que requieren los técnicos que trabajan en la prevención, detección y extinción de incendios forestales, ha sido ya expuesta en otra ponencia de estas jornadas, por lo tanto no me voy a detener en ello.

Lo que si voy a desarrollar a continuación es algunos de los múltiples aspectos en los que el trabajo con GIS se demuestra especialmente útil, para la planificación de distribución de medios y construcción de infraestructuras.

3.1. Definición de zonas de especial riesgo

Habitualmente el riesgo de ocurrencia de un incendio se evalúa en función del análisis histórico de los incendios ocurridos, y las condiciones de la vegetación, combinando estas variables mediante el siguiente algoritmo:

$$RL = F * C * I$$

donde:

F: frecuencia de ocurrencia de incendios

C: índice de causalidad

I: índice de inflamabilidad

Tradicionalmente el ICONA, ha elaborado una cartografía de estas variables a escala 1:200.000, para todo el territorio nacional donde la cuadrícula utilizada es la de 100 Km, y la filosofía del método consistía en lo siguiente:

Los datos históricos de los incendios se han asociado a la cuadrícula donde estos han tenido lugar, y la inflamabilidad, se ha convertido en un dato numérico asociado a dicha cuadrícula, obtenida como media de los valores presentes, ponderada por la superficie que ocupa cada uno de ellos. De este modo se caracteriza la totalidad del territorio nacional con un determinado valor de riesgo local asociado a cada cuadrícula de 100 Km, obteniendo de algún modo una idea aproximada de la distribución del peligro.

Puesto que los Planes de Actuación tienen un ámbito mucho menor, (del orden de 100.000 Has), en nuestra empresa hemos modificado esta metodología tratando de obtener resultados más concretos a nivel comarcal.

Para ello se lleva a cabo un análisis histórico de incendios con referencia a cuadrículas de 25 Km, divisor exacto de la cuadrícula nacional. Es decir, se analiza la frecuencia y causalidad de incen-

dios ocurridos en los últimos 20 años en cada una de esas cuadrículas.

Esta información gracias a la posibilidad de superposición de coberturas en un GIS, se asocia a la cobertura vegetación obteniendo de esta forma para cada recinto de vegetación, el riesgo de ocurrencia de incendio, al combinar los datos históricos de ocurrencia de incendio en esa cuadrícula, con la situación actual de la vegetación.

De este modo localizamos con mayor detalle el riesgo local de ocurrencia de un incendio, matizando dentro de una misma cuadrícula los lugares de mayor riesgo. Si a esto se une el hecho de haber reducido en una cuarta parte el tamaño de cuadrícula, se comprenderá la mayor aproximación de este análisis en los Planes Comarcales de Incendios.

3.2. Análisis de la densidad de infraestructuras

En el ámbito forestal, se considera que una zona presenta una densidad de infraestructuras lineales de defensa contra incendios adecuada, cuando esta supera los 10 mts lineales/HA.

El plano de densidad de infraestructuras, se realiza delimitando sobre el plano de infraestructuras, recintos con una determinada distribución de las mismas. Posteriormente se obtiene la densidad mediante el cociente de la longitud total de las mismas incluidas en un determinado recinto, y la superficie de dicho recinto.

La obtención de un plano de densidades de caminos y cortafuegos, es fácilmente realizable con un GIS, siempre y cuando las infraestructuras estén previamente inventariadas. En este caso contando con una herramienta adicional como es el GPS, es posible mediante recorridos de campo, obtener las características y estado de las infraestructuras. El paso de estos datos a formato GIS, al menos en el caso de pc arc/INFO, se lleva a cabo de forma prácticamente inmediata.

Puesto que el GIS proporciona datos de longitudes de arcos contenidos en un determinado recinto, podemos fácilmente obtener aquellos en los que la densi-

dad de infraestructuras no supera esa cifra mínima de 10 metros /HA, y por lo tanto planificar en consecuencia.

3.3. Análisis de la dificultad de extinción

Habitualmente para la determinación de zonas con especial dificultad de extinción, se tiene en cuenta las variables vegetación, pendiente y exposición.

En los planes que nuestra empresa realiza, se valora dicha dificultad mediante la superposición cartográfica de la vegetación, las pendientes, las orientaciones, y además incluimos la densidad de infraestructuras por considerar que estas facilitan las tareas de extinción.

A los recintos así obtenidos se les aplica la ecuación

$$D = I_2 * P * O * D$$

donde:

- I₂: factor función de la inflamabilidad y la pendiente
- P: Factor función de la pendiente
- O: Factor función de la exposición de la ladera
- D: Factor función de la densidad de infraestructuras

De este modo se jerarquiza el territorio detectando las zonas en las que la dificultad de extinción es mayor. Ello supone la obtención de otro criterio más a tener en cuenta en el momento de la planificación de actuaciones y distribución de medios.

Del mismo modo que en el caso de las correcciones hidrológico-forestales, el trasladar las actuaciones previstas en cuanto a modificación de la cubierta vegetal, o de la densidad de infraestructuras, al punto inicial del proceso de cálculo de la dificultad de extinción, permite la simulación de las condiciones de dificultad de extinción tras las actuaciones y en los plazos que las mismas se lleven a cabo.

3.4. Localización de infraestructuras lineales de defensa

Como tal, se entiende las fajas auxiliares y áreas cortafuegos.

A fin de ubicarlas a modo teórico, se establecen como "ejes de defensa", sobre las que apoyarse, las pistas forestales existentes, y los límites de perímetros obtenidos en el Plano de Prioridades de defensa.

Paralelamente seleccionamos en el Plano de vegetación, aquellas agrupaciones vegetales en las cuales se estima debe llevarse a cabo la construcción de este tipo de infraestructuras.

Posteriormente se procede a la intersección del plano ejes de defensa con el plano de agrupaciones vegetales seleccionadas, y de este modo se obtienen un Plano de ejes de defensa en los que basarse para establecer las fajas auxiliares y áreas cortafuegos.

El diseño definitivo de estas infraestructuras, se lleva a cabo analizando en cada caso la conveniencia o no de su ejecución sobre el terreno.

La superficie afectada en cada caso, se obtiene generando una superficie "Buffer" a lo largo de los tramos seleccionados.

4.- DETERMINACION DE SUPERFICIES AFECTADAS EN INCENDIOS FORESTALES

La ocurrencia de incendios forestales suele traer como consecuencia una guerra de cifras entre propietarios afectados y organismos gestores, que las herramientas de hoy en día permiten solventar de modo rápido y preciso.

En este sentido tengo que nombrar de nuevo el GPS como instrumento captador de datos a introducir en el GIS para generar la cobertura de perímetro de incendio.

Ello nos ha permitido determinar perímetros de gran magnitud en un solo día sobrevolando la zona afectada con helicóptero, tal como fue el caso del incendio del Alto Maestrazgo.

La facilidad de introducir estos datos en el GIS, permite casi de modo inmediato obtener superficie afectada así como longitud total del perímetro.

Una vez definido este, disponiendo de datos de vegetación previos al incendio, podemos obtener gracias a la superposición de coberturas de vegetación, propiedad y Términos municipales, una relación de superficies afectadas por términos municipales, por propietarios, y además para cada uno de los tipos de vegetación presentes. Como se comprenderá el disponer de estos datos es de gran ayuda para la evaluación de pérdidas y daños, así como para la planificación de la restauración de la cubierta vegetal afectada.

5.- CONCLUSIONES

Tal como puede apreciarse tras esta breve exposición, los GIS constituyen una herramienta prácticamente imprescindible en cualquier estudio o planificación forestal, ya que en la mayor parte de los casos, la toma de decisiones conlleva tener en cuenta varias variables ligadas al territorio y referidas a grandes superficies. Con lo cual se facilitan enormemente aspectos tales como:

- 1º Cuantificación de las superficies ocupadas por cada uno de los valores que toman las variables.
- 2º Enumeración de todos los casos de combinación de valores de las variables presentes, en una determinada zona.
- 3º Cálculo de los algoritmos matemáticos para cada uno de esos casos.
- 4º Obtención de cartografías de los resultados y salidas gráficas de los mismos.



AURENSA INFORMA

AURENSA, como representante para el mercado Español de los productos SPOT IMAGE os comunica que se ha realizado una programación del satélite desde el pasado mes de Junio y se han obtenido unos resultados de máxima calidad y uniformidad.

Los resultados han sido los siguientes:

COBERTURA: NACIONAL
 IMAGENES: PANCROMATICAS
 INCLINACION: -10/10
 FECHAS: VERANO-OTOÑO 1995

Hoy por hoy es la información mas reciente de la que pueden disponer los expertos en observación de la tierra (cartografía, geología, medio ambiente, agricultura, etc.).

Esta cobertura puede presentarse en los formatos y tratamientos habituales de los productos SPOT.

NOTICIAS GRAFINTA

Grafinta S.A., informa poder ofrecer, con plazo de entrega inmediato, determinados accesorios de inestimable valor para todos los usuarios de equipos GPS. Estos accesorios fabricados por WR INC. y distribuidos en exclusiva por GRAFINTA S.A. están incluidos en los siguientes grupos:

- Kits de radiación, para uso de la señal de GPS en entornos

cerrados donde la recepción directa de las señales no es posible.

- Cajas de control para sistemas de control y seguimiento de plataformas móviles, incluyendo CPU, receptor GPS, antena, modem y fuente de alimentación; en una sola unidad.

- Amplificadores de antena, para bajadas de antenas GPS,

L1 y L1/L2, de excesiva longitud.

- Bifurcadores de antena, para permitir que dos o más receptores empleen la misma antena.

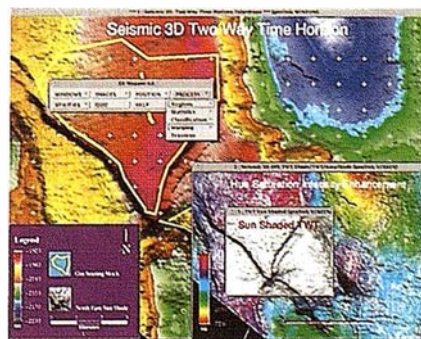
Con estos elementos cualquier usuario de GPS puede configurar una instalación individualizada con bloques electrónicos prefabricados, lo que le permitirán multiplicar sus aplicaciones.

Finlandia Elige ER Mapper 5.0

Egham, Reino Unido, 1-Oct-1995 -- El Geological Survey de Finlandia (equivalente al Instituto Geológico Minero de España) ha anunciado que instalarán **ER Mapper 5.0** (versión Unix) en cada una de sus oficinas en todo el país. Este contrato de once licencias significa que, a partir de ahora, el Geological Survey utilizará ER Mapper 5.0 para todos sus proyectos geológicos y de teledetección.

ER Mapper 5.0 fue lanzado oficialmente en Septiembre de 1995 y marca varios hitos para su creador, Earth Resource Mapping. **ER Mapper 5.0** está disponible para plataformas PC bajo entornos Windows NT y Windows 95, y se siguen soportando las principales plataformas Unix.

Desde la concepción de **ER Mapper** en 1989, son muchas las industrias se han dado cuenta de la gran ventaja que representa su, hasta ahora único, concepto de algoritmo. Su capacidad de procesar la información sin tener que recurrir a escribir en disco, unido al continuo aumento del volumen de



las imágenes, lo hace todavía mas importante.

Esta tecnología fundamental subyacente, junto con la amplia funcionalidad de **ER Mapper 5.0** (incluida la visualización 3D en tiempo real), le ha proporcionado al Geological Survey la solución ideal a sus requerimientos cartográficos y de proceso de imágenes.

Alistar Macienan, Manager del sector Exploración en la región Europea de Earth Resource Mapping, que supervisará los requerimientos del Geological Survey, dijo: "Estoy encantado de que esta institución Finlandesa entre a formar parte de la gran comunidad de 'usuarios geológicos' que ya disfrutan de las múltiples ventajas de **ER Mapper**."

ORIENTACION RELATIVA ANALITICA Y CALCULO DE COORDENADAS MODELO . (PRIMERA PARTE)

1. Introducción

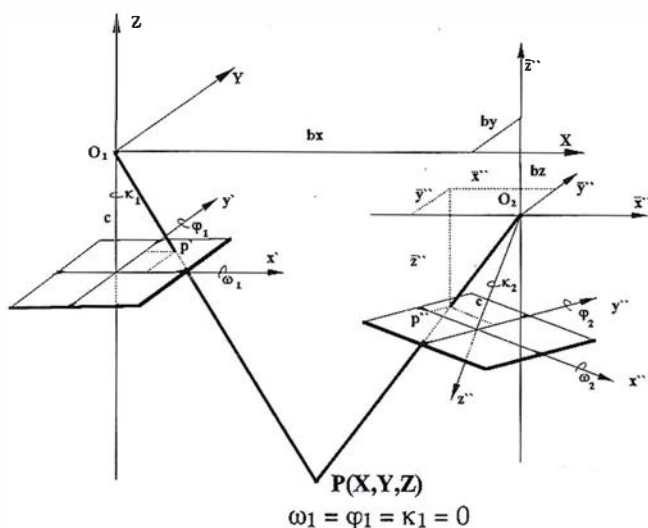
De las diversas soluciones empleadas en Fotogrametría para conseguir, a partir de dos fotografías, la reconstrucción de cada uno de los rayos perspectivas y de su situación en el espacio con respecto a un sistema de referencia, ha sido la analítica. En la cual la reconstrucción se realiza matemáticamente, estableciendo una serie de condiciones que nos relacionen los diversos sistemas de coordenadas que se van a utilizar. Una de estas condiciones, es la de **coplaneidad**.

Utilizando esta condición en la restitución analítica y partiendo del hecho de haber medido las coordenadas en comparador y realizado la orientación interna, obtendremos un proceso por fases (Orientación Relativa, Cálculo coordenadas Modelo, Orientación Absoluta y Cálculo de coordenadas Terreno).

A continuación se desarrollan las dos primeras fases del proceso anteriormente mencionado, realizándose la fase de Orientación relativa por empalme de fotos consecutivas.

2. Orientación relativa por empalme de fotos consecutivas

Supongamos que el sistema de referencia del modelo coincide con el sistema de referencia asociado a la primera fotografía. Van a usarse componente de la base y elementos de rotación del haz derecho.



$$\Delta = \begin{bmatrix} \bar{x}' & \bar{y}' & \bar{z}' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & bz & -by \\ -bz & 0 & bx \\ by & -bx & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{x}'' \\ \bar{y}'' \\ \bar{z}'' \end{bmatrix} = 0$$

$$\Delta = \begin{bmatrix} x' & y' & c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & bz & -by \\ -bz & 0 & bx \\ by & -bx & 0 \end{bmatrix} [R_2] \begin{bmatrix} x'' \\ y'' \\ c \end{bmatrix} = 0$$

Incógnitas a resolver: $\beta y, \beta z, \omega_2, \phi_2, \kappa_2$

Llamando $bz = \frac{bz}{bx}$, $by = \frac{by}{bx}$ (Componentes angulares de la base)

$$\Delta = \begin{bmatrix} x' & y' & c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & \beta z & -\beta y \\ -\beta z & 0 & 1 \\ \beta y & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{11}^d & a_{12}^d & a_{13}^d \\ a_{21}^d & a_{22}^d & a_{23}^d \\ a_{31}^d & a_{32}^d & a_{33}^d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x'' \\ y'' \\ c \end{bmatrix} = 0$$

2.1. Linealización de la ecuación Δ

Partiendo de la anterior expresión y aplicando el desarrollo en serie de Taylor, despreciando infinitésimos de segundo orden.

$$\Delta = (\Delta)_0 + \left(\frac{\partial \Delta}{\partial \beta y} \right)_0 d\beta y + \left(\frac{\partial \Delta}{\partial \beta z} \right)_0 d\beta z + \left(\frac{\partial \Delta}{\partial \omega_2} \right)_0 d\omega_2 + \left(\frac{\partial \Delta}{\partial \phi_2} \right)_0 d\phi_2 + \left(\frac{\partial \Delta}{\partial \kappa_2} \right)_0 d\kappa_2$$

donde $(\Delta)_0$ es el valor de la ecuación general, particularizada para valores aproximados de $\beta y, \beta z, \omega_2, \phi_2, \kappa_2$.

$\left(\frac{\partial \Delta}{\partial \beta y} \right)_0, \left(\frac{\partial \Delta}{\partial \beta z} \right)_0, \left(\frac{\partial \Delta}{\partial \omega_2} \right)_0$ son resultado de la aproximación.

2.1.1. Coeficientes de la función lineal aproximada Δ

$$\frac{\partial \Delta}{\partial \beta y} = \bar{x}'' \bar{z}' - \bar{x}' \bar{z}'' = B_{11}$$

$$\frac{\partial \Delta}{\partial \beta z} = \bar{y}'' \bar{x}' - \bar{y}' \bar{x}'' = B_{12}$$

$$\frac{\partial \Delta}{\partial \omega_2} = \left(\bar{y}' \frac{\partial \bar{z}'}{\partial \omega_2} - \bar{z}' \frac{\partial \bar{y}'}{\partial \omega_2} \right) + \beta y \left(\bar{z}' \frac{\partial \bar{x}'}{\partial \omega_2} - \bar{x}' \frac{\partial \bar{z}'}{\partial \omega_2} \right) + \beta z \left(\bar{x}' \frac{\partial \bar{y}'}{\partial \omega_2} - \bar{y}' \frac{\partial \bar{x}'}{\partial \omega_2} \right)$$

$$\frac{\partial \bar{y}'}{\partial \omega_2} = x'(-\text{sen} \omega_2 \text{sen} \kappa_2 + \text{cos} \omega_2 \text{sen} \varphi_2 \text{cos} \kappa_2) + y'(-\text{sen} \omega_2 \text{cos} \kappa_2 - \text{cos} \omega_2 \text{sen} \varphi_2 \text{sen} \kappa_2) + c(-\text{cos} \omega_2 \text{cos} \varphi_2) = -a_{31}^d x' - a_{32}^d y' - a_{33}^d c = -\bar{z}'$$

$$\frac{\partial \bar{z}'}{\partial \omega_2} = x'(\text{cos} \omega_2 \text{sen} \kappa_2 + \text{sen} \omega_2 \text{sen} \varphi_2 \text{cos} \kappa_2) + y'(\text{cos} \omega_2 \text{cos} \kappa_2 - \text{cos} \omega_2 \text{sen} \varphi_2 \text{sen} \kappa_2) + c(-\text{sen} \omega_2 \text{cos} \varphi_2) = a_{21}^d x' + a_{22}^d y' + a_{23}^d c = \bar{y}'$$

$$\frac{\partial \bar{x}'}{\partial \omega_2} = 0$$

$$\frac{\partial \Delta}{\partial \omega_2} = (\bar{z}' \bar{z}' + \bar{y}' \bar{y}') + \beta y (\bar{y}' \bar{x}') + \beta z (\bar{z}' \bar{x}') = B_{13}$$

$$\frac{\partial \Delta}{\partial \varphi_2} = \left(\bar{y}' \frac{\partial \bar{z}'}{\partial \varphi_2} - \bar{z}' \frac{\partial \bar{y}'}{\partial \varphi_2} \right) + \beta y \left(\bar{z}' \frac{\partial \bar{x}'}{\partial \varphi_2} - \bar{x}' \frac{\partial \bar{z}'}{\partial \varphi_2} \right) + \beta z \left(\bar{x}' \frac{\partial \bar{y}'}{\partial \varphi_2} - \bar{y}' \frac{\partial \bar{x}'}{\partial \varphi_2} \right)$$

$$\frac{\partial \bar{y}'}{\partial \varphi_2} = x'(\text{sen} \omega_2 \text{cos} \varphi_2 \text{cos} \kappa_2) + y'(-\text{sen} \omega_2 \text{cos} \varphi_2 \text{sen} \kappa_2) + c(\text{sen} \omega_2 \text{sen} \varphi_2) = A_{21}$$

$$\frac{\partial \bar{z}'}{\partial \varphi_2} = x'(-\text{cos} \omega_2 \text{cos} \varphi_2 \text{cos} \kappa_2) + y'(\text{cos} \omega_2 \text{cos} \varphi_2 \text{sen} \kappa_2) + c(-\text{cos} \omega_2 \text{sen} \varphi_2) = A_{22}$$

$$\frac{\partial \bar{x}'}{\partial \varphi_2} = x'(-\text{sen} \varphi_2 \text{cos} \kappa_2) + y'(\text{sen} \varphi_2 \text{sen} \kappa_2) + c(\text{cos} \varphi_2) = A_{23}$$

$$\frac{\partial \Delta}{\partial \varphi_2} = (-\bar{z}' A_{21} + \bar{y}' A_{22}) + \beta y (\bar{z}' A_{23} - \bar{x}' A_{22}) + \beta z (-\bar{y}' A_{23} + \bar{x}' A_{21}) = B_{14}$$

$$\frac{\partial \Delta}{\partial \kappa_2} = \left(\bar{y}' \frac{\partial \bar{z}'}{\partial \kappa_2} - \bar{z}' \frac{\partial \bar{y}'}{\partial \kappa_2} \right) + \beta y \left(\bar{z}' \frac{\partial \bar{x}'}{\partial \kappa_2} - \bar{x}' \frac{\partial \bar{z}'}{\partial \kappa_2} \right) + \beta z \left(\bar{x}' \frac{\partial \bar{y}'}{\partial \kappa_2} - \bar{y}' \frac{\partial \bar{x}'}{\partial \kappa_2} \right)$$

$$\frac{\partial \bar{y}'}{\partial \kappa_2} = x'(\text{cos} \omega_2 \text{cos} \kappa_2 - \text{sen} \omega_2 \text{sen} \varphi_2 \text{sen} \kappa_2) + y'(-\text{cos} \omega_2 \text{sen} \kappa_2 - \text{sen} \omega_2 \text{sen} \varphi_2 \text{cos} \kappa_2) + c = a_{22}^d x' - a_{21}^d y' = A_{24}$$

$$\frac{\partial \bar{z}'}{\partial \kappa_2} = x'(\text{sen} \omega_2 \text{cos} \kappa_2 + \text{cos} \omega_2 \text{sen} \varphi_2 \text{sen} \kappa_2) + y'(-\text{sen} \omega_2 \text{sen} \kappa_2 + \text{cos} \omega_2 \text{sen} \varphi_2 \text{cos} \kappa_2) + c = a_{32}^d x' - a_{31}^d y' = A_{25}$$

$$\frac{\partial \bar{x}'}{\partial \kappa_2} = x'(-\text{cos} \varphi_2 \text{sen} \kappa_2) + y'(-\text{cos} \varphi_2 \text{cos} \kappa_2) = a_{12}^d x' - a_{11}^d y' = A_{26}$$

$$\frac{\partial \Delta}{\partial \kappa_2} = (\bar{y}' A_{24} - \bar{z}' A_{25}) + \beta y (\bar{z}' A_{26} - \bar{x}' A_{25}) + \beta z (\bar{x}' A_{24} - \bar{y}' A_{26}) = B_{15}$$

2.1.2. Sistema de ecuaciones indirectas

Midiéndose las coordenadas imagen de un número de puntos (n≥5) en dos fotografías consecutivas y fijándose para los parámetros de orientación valores aproximados.

$$\begin{bmatrix} B_{11}^1 & B_{12}^1 & B_{13}^1 & B_{14}^1 & B_{15}^1 \\ B_{11}^2 & B_{12}^2 & B_{13}^2 & B_{14}^2 & B_{15}^2 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ B_{11}^n & B_{12}^n & B_{13}^n & B_{14}^n & B_{15}^n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d\beta y \\ d\beta z \\ d\omega_2 \\ d\varphi_2 \\ d\kappa_2 \end{bmatrix} + [(\Delta_0)] = 0$$

$$[B] \quad [X] \quad [-(\Delta_0)] = 0$$

Debido a la aproximación que hacemos en los parámetros de orientación, la anterior expresión no es exacta originando unos residuos. Por ello podemos expresar:

$$[B] [X] - [(\Delta_0)] = V$$

Según la teoría de mínimos cuadrados:

$$\Phi = [V^T][V] \Phi = [V^T][V] ; \frac{\delta \Phi}{\delta X} = \text{mínimo}$$

$$[X] = ([B^T][B])^{-1} [B][-(\Delta_0)]$$

siendo los parámetros de orientación tras la primera iteración:

$$\beta y^i = \beta y_a^i + d\beta y^i \quad \beta z^i = \beta z_a^i + d\beta z^i$$

$$\omega_1^i = \omega_{1a}^i + d\omega_1^i \quad \varphi_1^i = \varphi_{1a}^i + d\varphi_1^i$$

$$\kappa_1^i = \kappa_{1a}^i + d\kappa_1^i \quad \omega_2^i = \omega_{2a}^i + d\omega_2^i$$

$$\varphi_2^i = \varphi_{2a}^i + d\varphi_2^i \quad \kappa_2^i = \kappa_{2a}^i + d\kappa_2^i$$

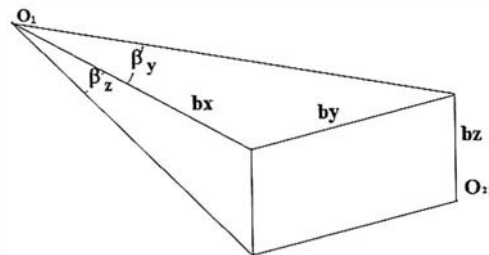
El subíndice "a" representa el valor aproximado.

Tras varias iteraciones se obtendrá la solución final, utilizando para cada iteración los parámetros calculados anteriormente.

3. Cálculo de las coordenadas modelo

Cálculo coordenadas modelo. (O.R. por empalme de fotos consecutivas).

Realizada la orientación relativa, obtendremos $\beta y, \beta z, \omega_2, \varphi_2, \kappa_2$



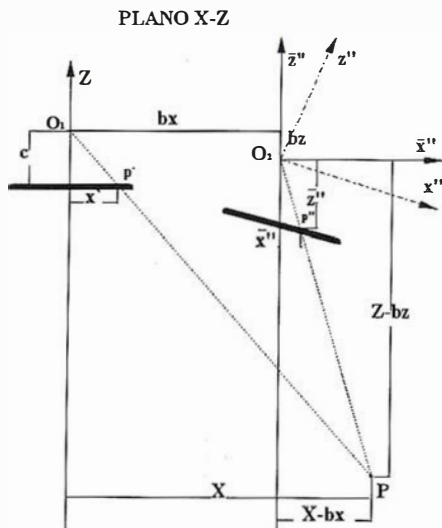
$$\beta z = \frac{bz}{bx} \Rightarrow bz = bx \beta y$$

donde

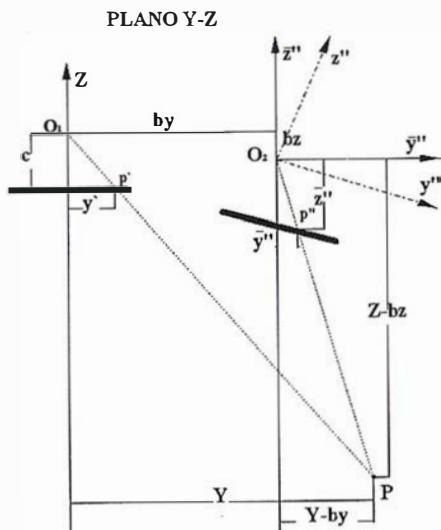
$$\beta y = \frac{by}{bx} \Rightarrow by = bx \beta z$$

siendo bx la base aproximada (base media de la pasada).

Partiendo del mismo sistema de coordenadas, con origen en O₁, vamos a calcular las coordenadas modelo.



$$\frac{\overline{O_1P}}{\overline{O_1P'}} = \frac{X}{x'} = \frac{Y}{y'} = \frac{Z}{c} = \lambda$$



$$\frac{\overline{O_2P}}{\overline{O_2P''}} = \frac{X - bx}{x''} = \frac{Y - by}{y''} = \frac{Z - bz}{z''} = \mu$$

- (x', y', c) son las coordenadas imagen del punto P en el fotograma derecho en su posición actual.
- (x'', y'', z'') coordenadas imagen de un punto P en el fotograma derecho, en posición ideal.

$$\begin{bmatrix} \overline{x''} \\ \overline{y''} \\ \overline{z''} \end{bmatrix} = [R_2] \begin{bmatrix} x'' \\ y'' \\ c \end{bmatrix}$$

Determinación de las coordenadas modelo:

Haz izquierdo:

$$\begin{aligned} X &= \lambda x' \\ y &= \lambda y' \\ Z &= \lambda c \end{aligned}$$

Haz derecho:

$$\begin{aligned} X &= \mu \overline{x''} + bx \\ y &= \mu \overline{y''} + by \\ Z &= \mu \overline{z''} + bz \end{aligned}$$

- 1) $X = \lambda x' = \mu \overline{x''} + bx$
- 2) $y = \lambda y' = \mu \overline{y''} + by$
- 3) $Z = \lambda c = \mu \overline{z''} + bz$

Sistema de tres ecuaciones con dos incógnitas (λ, μ)

$$\lambda = \frac{\mu \overline{x''} + bx}{x'}$$

$$\begin{aligned} 3) \quad c\mu \overline{x''} + cbx &= \mu \overline{z''} x' + x'bz \Rightarrow \mu = \frac{x'bz - cbx}{cx'' - z''x'} \\ \lambda &= \frac{x''bz - z''bx}{cx'' - z''x'} \end{aligned}$$

Siendo λ y μ los factores de escala para cada punto del modelo. Sabiendo estos valores, podremos obtener las coordenadas modelo a partir de las coordenadas imagen, usando para ello las ecuaciones 1, 2 y 3

Al obtener λ y μ de las ecuaciones 1 y 3 obtendremos :

-Para x, Z un único valor

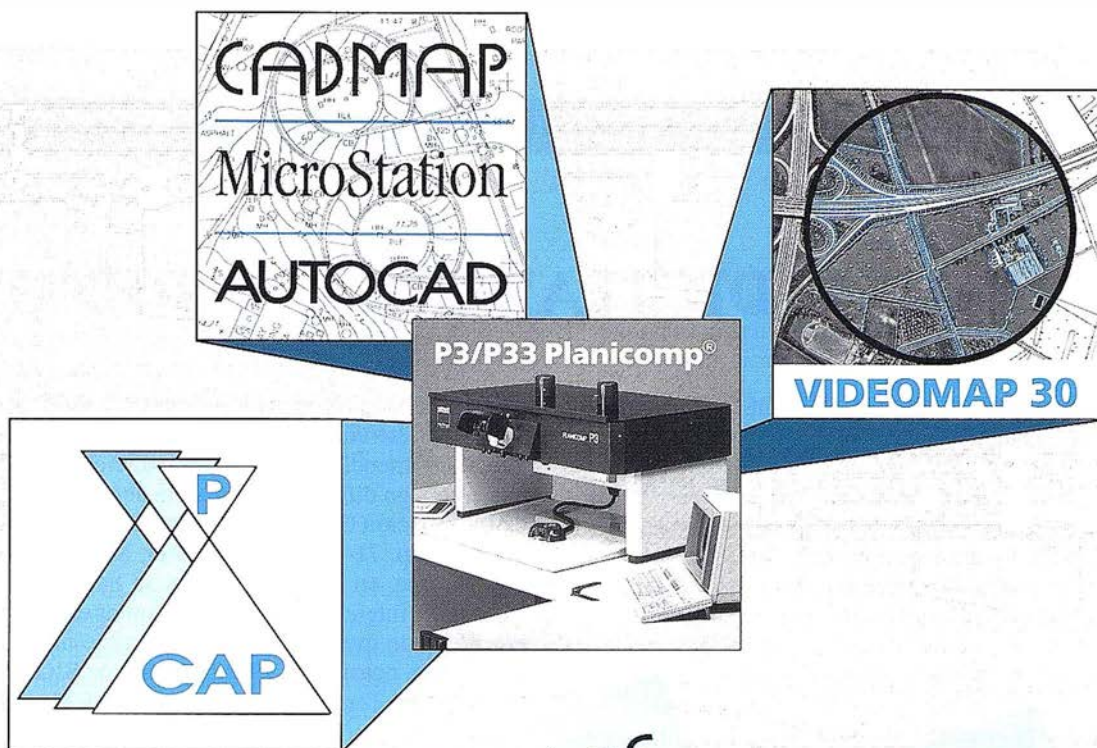
$$\begin{aligned} X &= \lambda x' = \mu \overline{x''} + bx \\ Z &= \lambda c = \mu \overline{z''} + bz \end{aligned}$$

-Para Y, dos valores independientes:

$$Y_1 = \lambda y' \quad Y_2 = \mu \overline{y''} + by$$





$$y = \frac{Y_1 + Y_2}{2}$$

Donde y₁ - y₂ es la paralaje Py residual a escala modelo.



Cuatro instrumentos en perfecta armonía:

Los instrumentos que garantizan la armonía fotogramétrica perfecta:

-  El módulo de orientación y medición fotogramétrica P-CAP de entorno nuevamente diseñado
- nuevo*  Funciones fotogramétricas avanzadas contenidas en CADMAP y en los programas de mando para MicroStation y AUTOCAD
- nuevo*  Sistema económico de superposición VIDEOMAP 30 de alta calidad de imagen y
-  restituidores analíticos de gran precisión Planicomp® P3 y P33

Estos instrumentos ofrecen exactamente lo que se necesita:
Alto rendimiento y calidad ininterrumpida en la producción.

**Carl Zeiss –
Cooperación a largo plazo**



Carl Zeiss S.A.
División de Fotogrametría
Avda. de Burgos, 87
28050 Madrid
Tel. (91) 7670011
Fax (91) 7670412

MODELO DIGITAL DEL TERRENO

PROF. JOAQUÍN BOSQUE SENDRA

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
UNIVERSIDAD DE ALCALÁ DE HENARES

1. Introducción

a) Definición de Modelo Digital del Terreno.

Un Modelo Digital del Terreno (MDT) es la representación simplificada, en un formato accesible a los ordenadores, de la topografía del terreno (las alturas sobre el nivel del mar) (Cebrián y Mark, 1986). Para ello se considera que las elevaciones forman una superficie tridimensional ondulada, en la que dos dimensiones se refieren a los ejes de un espacio octogonal plano (X e Y), y la tercera mide la "altura" (Z). Por ello, se suele hablar de representaciones gráficas con dos dimensiones topológicas y media (gráficos 2.5D). A diferencia de una verdadera representación en tres dimensiones, que exige considerar el contenido o volumen al que envuelve la superficie tridimensional (Raper, 1989; Turner, 1989).

Aunque un Modelo Digital del Terreno representa, habitualmente, la topografía del terreno, en realidad cualquier hecho que cumpla unas mínimas características, esencialmente la continuidad espacial de la variación, puede ser representado mediante este planteamiento: las precipitaciones, las temperaturas, la composición litológica o mineral, la acidez o basicidad de los suelos, etc.

b) Historia y relación con los Sistemas de Información Geográfica

A lo largo de la historia este concepto ha recibido varias denominaciones similares: Modelos Altimétricos Digitales (MAD), Modelos Digitales de Alturas (MDA) o de elevaciones (DEM, las siglas más usuales en inglés), Modelos Topográficos Digitales (la denominación planteada por Cebrián y Mark, 1986). No obstante, la más extendida en castellano es la que se usa aquí: Modelo Digital del Terreno (MDT).

El origen de los MDT está relacionado, en primer lugar, con las necesidades de información de los Ejércitos, en especial del norteamericano, a los cuales les resulta muy útil disponer de información detallada y fácilmente utilizable sobre la topografía. El Ejército y la Marina de USA iniciaron hace más de treinta años las tareas para disponer de información digital sobre las alturas del terreno. En segundo lugar, la Ingeniería civil de obras públicas también encontraba gran utilidad en esta información, y, a través, por ejemplo, del MIT de Boston, llevaron a cabo trabajos para desarrollar técnicas adecuadas a su manejo rápido y ágil.

El resultado de estas actividades pioneras ha sido la creación de las estructuras de datos raster y TIN (junto a otras que aquí no se mencionan) y de una tradición de trabajo sobre la cuestión algo diferente a la que ha desarrollado los Sistemas de Información Geográfica para objetos planos (Bosque Sendra, 1992, p. 71-75; Cebrián, 1988; Maguire y otros, 1991). No obstante, en los últimos años se ha producido una confluencia de intereses y de planteamientos entre ambas corrientes, de modo que en la actualidad existe una mayor, y muy estrecha en ocasiones, relación entre los SIG y los Modelos Digitales del Terreno (Bosque Sendra, 1992, p. 418-419).

2. La representación tradicional del relieve

Como es conocido, tradicionalmente el relieve y la topografía del terreno se han representado en la cartografía en papel, usualmente a través del dibujo de las curvas de nivel. Usando, por lo tanto, un formato analógico o continuo.

En esta forma, la representación del relieve coexistía con otros hechos temáticos, lo que facilitaba su interpretación y la interconexión con otras cuestiones por el usuario de los mapas topográficos.

No obstante estas ventajas, y otras que se podrían mencionar, las operaciones analíticas sobre el relieve, que exigen numerosos cálculos, eran sumamente laboriosas y difíciles de realizar. De este modo, muchas aplicaciones prácticas quedaban limitadas por la organización analógica y compleja del mapa topográfico. Estas necesidades dieron origen al desarrollo de una nueva forma de representar el relieve en forma digital, es decir al desarrollo de los Modelos Digitales del Terreno.

3. La representación digital del relieve: estructuras de datos para un MDT

a) Las estructuras de datos de un MDT: matriz de alturas ("raster") y red de triángulos irregulares (TIN)

Un MDT se puede representar, principalmente, mediante dos modelos de datos: la matriz de alturas (organización "raster") y la estructura TIN (red de triángulos irregulares). Ambos están basados en el empleo de puntos para la representación de la información que constituye el Modelo Digital del Terreno. En los dos casos el modelo se genera a partir de una muestra de datos puntuales repartidos de algún modo, en muchas ocasiones aleatoriamente, sobre el plano. Otra posibilidad diferente es recoger una muestra de las altitudes reales empleando las curvas de nivel existente en el mapa fuente y a partir de esta muestra obtener el Modelo Digital del Terreno.

b) El problema de los datos para construir un MDT

Una cuestión inicial se refiere a cuál es el origen de la información de base, que puede proceder básicamente de dos fuentes: el mapa topográfico o la restitución tridimensional de fotografías aéreas del terreno (Cebrián y Mark, 1986).

* El mapa topográfico

La Digitalización de la información sobre alturas contenida en el mapa topográfico forma una de las fuentes más importantes para la elaboración de un Modelo Digital del Terreno. Evidentemente, lo único que es preciso digitalizar, en este caso, son las curvas de nivel y, a veces, las cotas de altitud puntuales.

Las curvas de nivel constituyen una fuente especialmente conveniente para generar un Modelo Digital del Terreno. Su densidad varía del modo más adecuado para obtener una representación fidedigna del fenómeno de la altitud. Como es conocido las curvas guardan un intervalo mayor en las zonas planas y están más cercanas en las zonas de relieve más movido, justamente la forma más adecuada para representar el fenómeno estudiado. Por ello, las utilizan bastantes organismos productores de información digital sobre altitudes, por ejemplo el Servicio Geológico de los Estados Unidos o el Instituto Geográfico Nacional español (García Asensio y otros, 1992).

* Restitución fotogramétrica

Una segunda fuente de información es la restitución fotogramétrica, mediante un modelo estereoscópico, de pares de fotografías aéreas del terreno (Arozarena y otros, 1992). Para ello, y para otras funciones cartográficas, se han desarrollado dispositivos y aparatos que facilitan, en gran medida, estas tareas y generan, finalmente, un fichero informático conteniendo, en la mayoría de las ocasiones, una rejilla densa de puntos con tres valores numéricos, las coordenadas geográficas X e Y y la altura Z (Cebrián y Mark, 1986). En este caso, se puede decir que se cuenta ya con un Modelo Digital del Terreno en formato "raster". No obstante, en ocasiones puede ser necesario hacer más densa aún la rejilla de puntos generada o realizar algún tipo de transformación, en muchas de estos cambios será necesario emplear procedimientos de interpolación.

c) Generación de un MDT: interpolación espacial

A partir de la información de base reunida de alguna manera la construcción de un MDT suele necesitar realizar una fase de interpolación espacial. La interpolación espacial es un procedimiento que permite calcular el valor de una variable en un posición del espacio (punto no muestral, donde se estima un valor de la altura), conociendo los valores de esa variable en otras posiciones del espacio (puntos muestrales, con valores verdaderos) (Bosque y otros, 1990).

Los procedimientos de interpolación son muy distintos según se desee obtener el modelo "raster" o el modelo TIN. Igualmente existen diferencias en cuanto a cuál es la organización de la información de partida: puntos o líneas.

* **Métodos de interpolación a partir de puntos muestrales para obtener un modelo "raster".** Existen numerosos procedimientos de interpolación de este tipo, se pueden clasificar de varias formas: **Métodos globales frente a procedimientos locales.** (Se diferencian en el número de puntos muestrales que se usan para calcular el valor de la altura en los puntos no muestrales de la rejilla "raster"). **Métodos exactos y aproximados.** (La distinción entre ellos reside en si el resultado del proceso de interpolación reproduce exactamente los valores en los puntos muestrales o lo hace solo aproximadamente). **Métodos directos y métodos analíticos.** (Los primeros asumen alguna suposición sobre la autocorrelación espacial de la altura en los puntos muestrales y los segundos llevan a cabo una fase de análisis de esta cuestión antes de proceder a la interpolación propiamente dicha).

Uno de los métodos directos más usado es el denominado "medias móviles con ponderación por la inversa de la distancia". Se trata de seleccionar en torno a cada punto estimado una serie de ellos de tipo muestral y realizar la media aritmética de sus alturas, ponderando estos valores por un factor que es inversamente proporcional a la distancia entre cada punto muestral considerado y el punto estimado del cual se está hallando la altura.

Entre los métodos analíticos el más importante es el denominado kriging/krigeado. Consiste, como el método anterior, en una media de las alturas de los puntos muestrales, pero difiere en que las ponderaciones se han obtenido de un modo más adecuado que tiene en cuenta la autocorrelación espacial de la altura en los puntos muestrales (Journel y Huijbregts, 1978, p. 32-33; Samper y Carrera, 1990).

* Interpolación a partir de curvas de nivel

Se parte de información de base organizada en forma de curvas. Suele proporcionar resultados bastante adecuados el realizar una interpolación lineal entre dos puntos pertenecientes a curvas de nivel diferentes pero contiguas, para determinar las alturas de los puntos no muestrales situados entre ellas, usando para ello la línea de máxima pendiente entre las curvas de nivel y que pasa por el punto cuya altura se desea estimar (Cebrián y Mark, 1986a).

d) Control de calidad de un MDT

Los diversos organismos productores de Modelos Digitales del Terreno han establecido diversas medidas de su calidad y precisión. Por ejemplo, las normas británicas (Ley, 1986) para el Military Survey son las siguientes:

Se definen dos medidas: LMAS (Linear Map Accuracy Standard), 90% de los puntos de control deben tener cotas cuyas diferencias con el verdadero valor caen dentro de la precisión establecida por la norma y CMAS (Circular Map Accuracy Standard), el 90% de los puntos deben estar colocados

horizontalmente, con respecto a su verdadera posición, dentro de la precisión establecida por la norma

Las precisiones verticales sugeridas son las siguientes:

Intervalo entre puntos	LMAS (m)	
	1º clase	2º clase
30 m.	10	15
100 m.	30	50

Precisiones horizontales		
Intervalo entre puntos	LMAS (m)	
	1º clase	2º clase
30 m.	30	60
100 m.	100	200

Es decir que, para cumplir la norma de calidad, un MDT de 1º clase con un tamaño de malla (pixel) de 30 m debe cumplir que, en el 90% de los puntos de control usados, la diferencia entre la altura del MDT y la real sea inferior a 10 m y la separación entre la posición en el MDT y la real sea de 30 m.

4. Visualización del relieve. Cartografía digital

La información recogida en un MDT en forma de matriz de alturas, se puede visualizar de muy diversas maneras.

Una de las más sencillas es otorgar un color o un símbolo gráfico a cada elemento de la matriz, de manera que dicho color o símbolo sea proporcional a la altura existente en ese punto. Otra solución muy empleada es la elaboración de los conocidos mapas de isolíneas o curvas de nivel, los cuales son fácilmente construidos a partir de los datos en forma de matriz de alturas (Bosque Sendra, 1992, pp. 411-416).

Una tercera posibilidad para representar el relieve es mediante un mapa del sombreado o iluminación de la topografía. En este caso, la variable representada es el nivel de luz (o de sombra) reflejada por el relieve al ser iluminada por el sol situado en una posición geográfica, que depende, entre otras cosas, de la pendiente y orientación del relieve en cada punto.

Una representación diferente se obtiene mediante el empleo del llamado bloque diagrama en perspectiva. En este caso se dibuja una representación que intenta mostrar el relieve en tres dimensiones. Varias cuestiones se deben de considerar para establecer la representación más adecuada en cada caso: dirección de la mirada, altura del punto de vista sobre el horizonte y distancia del observador a la representación del relieve.

5. Posibilidades analíticas de un MDT

Utilizando la información topográfica representada en un MDT es posible realizar un amplio número de procesos de análisis de gran interés práctico.

1º Obtención de mapas de pendientes y orientaciones (exposiciones) del terreno en cada punto.

2º Delimitación de cuencas de drenaje (determinar los lugares de una región que vierten sus aguas hacia una zona indicada por el usuario).

3º Intervisibilidad de puntos de la topografía, esta operación permite establecer los puntos de una región que son visibles desde uno o varios lugares de referencia, teniendo en cuenta para este cálculo los siguientes aspectos: altura respectiva del observador y de los puntos observados y de los obstáculos interpuestos.

4º Cálculo de magnitudes geométricas: volumen bajo la superficie tridimensional que constituye el MDT, cálculo del volumen entre dos superficies onduladas, una por ejemplo la del MDT real y la otra la que existiría en caso de llevar a cabo una obra, por ejemplo la construcción de una carretera; de este modo, es posible conocer el volumen de tierras que es preciso mover (tanto para vaciar porciones del terreno como para rellenar otras) en la realización de las diferentes alternativas de construcción existentes.

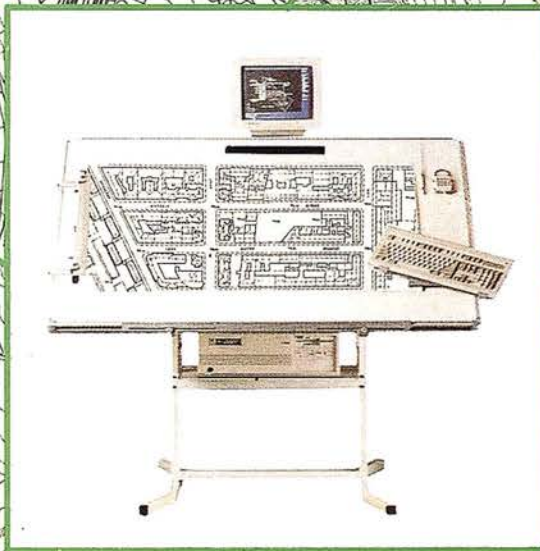
5º Análisis de problemas hidrológicos y de la erosión del terreno, las anteriores son operaciones simples y usualmente disponibles en casi todos los programas comerciales sobre MDT existentes en el mercado. La combinación de algunas de las anteriores funciones y de otras, igualmente estándar en los programas SIG: algebra de mapas, análisis de vecindad, análisis de zonas (Bosque Sendra, 1992, p. 310-311), permiten analizar con facilidad el nivel de erosión, estableciendo su valor en cada punto del terreno mediante la ecuación universal de pérdida de suelos (EUPS) y la determinación del factor de descarga entre parcelas (Ariza y otros, 1993; Kertész, Markus y Mezosi, 1992), algo semejante se puede realizar para establecer mapas de susceptibilidad a los movimientos de ladera en zonas reducidas del espacio (Chacón, Irigaray y Fernández, 1992). Otro tipo de actividades más complicadas, como puede ser el modelado de cuestiones hidrológicas y el cálculo de la erosión potencial en cuencas hidrográficas, suele realizarse con la combinación de un MDT implementado en un programa comercial y de modelos matemáticos diversos adecuados al cálculo de las citadas cuestiones. Entre ellos, algunos de los más utilizados son: TOPMODEL (Chairat y Delleur, 1993) integrado con el programa SIG/MDT de dominio público GRASS (elaborado por el Cuerpo de ingenieros del Ejército norteamericano); WALRUS y BEMUS (Elgy, 1993) unido al programa SIG/MDT IDRISI (elaborado por la Clark University, USA); MICRO-FEM (Biesheuvel y Hemker, 1993), en relación a ILWIS, SIG/MDT creado en el ITC de Holanda; ANSWERS y el SIG GENAMAP (De Roo, 1993); SACRAMENTO y el programa ARC/INFO (Mendizabal, Mateos y García, 1992). En todos estos casos el programa SIG/MDT se usa para crear y gestionar la base de datos organizada en estratos temáticos: alturas, pendientes y orientaciones (los dos estratos derivados de las alturas), porosidad, humedad del suelo, capacidad de saturación/infiltración, factores C y K de la USLE, coeficiente de rugosidad del suelo, (todos ellos derivados de medidas de campo), etc; representar los datos de entrada y los resultados del modelo, y, muy en concreto, realizar los cálculos

DECAR

Carlos Martín Álvarez, 21 - Bajo - Local 5

Teléfono y Fax: 478 52 60 - 28018 MADRID

DELINEACION CARTOGRAFICA, S.L.



EMPRESA ESPECIALIZADA EN PLANOS TOPOGRAFICOS POR FOTOGAMETRIA

AEREA Y TERRESTRE, CARTOGRAFIA, CATASTRO, PERFILES Y PROYECTOS

- Delineación general y esgrafiado de planos.
- Digitalización de planos.
- Edición.
- Ploteado de planos.
- Topografía.
- Fotogrametría.
- Fotocomposición.
- Fotomecánica.

necesarios y/o preparar la información que se precisa para llevar a cabo los cálculos matemáticos del modelo de erosión o del hidrológico.

6. Bibliografía

- ARIZA, F.J., MEROÑO, J.E., GIRALDEZ, J.V. y SANCHEZ, M. (1993): "Erosión en una cuenca. Modelización en un SIG" en *2º Congreso de AESIG*. Madrid, AESIG/Estudio gráfico, pp. 545-556
- ARIZARENA, A. y otros (1992): "Obtención de Modelos digitales del Terreno por correlación automática de imágenes" *Mapping*, nº 8, 30-34
- BIESHEUVEL, A. y HEMKER, C.J. (1993): "Groundwater modelling and GIS: integrating MICRO-FEM and ILWIS" en K. Kovar & H.P. Nachtnebel (editores): *Application of Geographic Information Systems in Hydrology and Water Resources Management* Wallingford, IAHS Press, pp. 289-296
- BOSQUE SENDRA, J. (1992): *Sistemas de Información Geográfica* Madrid, Ed. Rialp, 451 p.
- BOSQUE SENDRA, J. ESCOBAR MARTINEZ, J., GARCIA HERNANDEZ, E. y SALADO GARCIA, M.J. (1994): *Sistemas de Información Geográfica: prácticas con PC ARC/INFO e IDRISI* Madrid, Editorial RA-MA, 460 p.
- BOSQUE SENDRA, J., DOMINGUEZ BRAVO, J. y VEGA FUENTES, J. (1990): "Generación de un Modelo Topográfico Digital para la ciudad de Granada: problemas y soluciones con el programa IDRISI" Palma de Mallorca, *Actas del IV Coloquio de Geografía cuantitativa*. A.G.E., pp. 97-110.
- CEBRIAN DE MIGUEL, J.A. (1988): "Sistemas de información geográfica" en *Aplicaciones de la Informática a la Geografía y Ciencias sociales*. Madrid, Editorial Síntesis, pp. 125-140.
- CEBRIAN J.A. Y MARK, D. (1986): "Modelos topográficos digitales" en *Métodos cuantitativos en Geografía: enseñanza, investigación y planeamiento* Madrid, A.G.E., 292-334.
- CHACON, J., IRIGARAY, C. y FERNÁNDEZ, T. (1992): "Análisis regional de movimientos de ladera y riesgos derivados mediante SIG" *Actas del 1º Congreso de la AESIGYT* Madrid, abril de 1992. Publicada en *Comunicaciones 1º Congreso AESIGYT, Los Sistemas de Información Geográfica en la gestión territorial* Madrid, AESIGYT, 355-360.
- CHAIRAT, S. y DELLEUR, J.W. (1993): "Integrating a physically based hydrological model with GRASS" en K. Kovar & H.P. Nachtnebel (editores): *Application of Geographic Information Systems in Hydrology and Water Resources Management* Wallingford, IAHS Press, pp. 143-150
- CHUVIECO SALINERO, E., BOSQUE SENDRA, J. y SALAS, J. (1991): "An evaluation of interpolation methods to generate elevation data" en *EGIS '91*, Proceedings. Utrecht, EGIS Foundation, p. 1309
- DE ROO, A.P.J. (1993): "Validation of the ANSWERS catchment model for runoff and soil erosion simulation in catchment in the Netherlands and the United Kingdom" en K. Kovar & H.P. Nachtnebel (editores): *Application of Geographic Information Systems in Hydrology and Water Resources Management* Wallingford, IAHS Press, pp. 465-474
- ELGY, J. (1993): "Matching standard GIS packages with urban storm drainage simulation software" en K. Kovar & H.P. Nachtnebel (editores): *Application of Geographic Information Systems in Hydrology and Water Resources Management* Wallingford, IAHS Press, pp. 151-160
- GARCÍA ASENSIO, L. y otros (1992): "La altimetría en el SIG del IGN: Modelos Digitales del Terreno" *Mapping*, nº 8, 36-38
- JOURNEL, A.G. y HUIJBREGTS, Ch. J. (1978): *Mining Geostatistics* Londres, Academic Press, 660 p.
- KERTESZ, A., MARKUS, B. y MEZOSI, G. (1992): "Soil erosion assessment using GIS methods" *EGIS'92. Third European Conference and Exhibition on Geographical Information Systems* Utrecht, EGIS Foundation, pp. 885-892.
- LEY, R.G. (1986): "Accuracy Assessment of Digital Terrain Models" *Proceedings of AutoCarto*, Londres, vol. I.
- MAGUIRE, D.J., GOODCHILD, M.F. y RHIND, D.W. (1991): *Geographical Information Systems*. Londres, Longman, dos volúmenes.
- MENDIZABAL CARRILLO, A., RODRÍGUEZ MATEOS, E. y GRACIA BERRIO, F. (1992): "Aplicación de SIG a la evaluación de recursos hidráulicos" *Actas del 1º Congreso de la AESIGYT* Madrid, abril de 1992. Publicada en *Comunicaciones 1º Congreso AESIGYT, Los Sistemas de Información Geográfica en la gestión territorial* Madrid, AESIGYT, 447-453.
- RAPER, J. (1989): "The 3-dimensional geoscientific mapping and modelling system: a conceptual design" en J. Raper: *Three Dimensional Applications in Geographic Information Systems* Londres, Taylor & Francis, pp. 11-20.
- SAMPER, J.F. y CARRERA, J. (1990): *Geoestadística. Aplicaciones a la hidrología subterránea* Barcelona, Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, 484 p.
- SIRCAR, J.K. y CEBRIAN DE MIGUEL, J.A. (1990): "Creación de Modelos Topográficos Digitales (MTDs) a partir de curvas de nivel rasterizadas". *Anales de Geografía*, n. 10, pp. 13-36.
- TURNER, A.K. (1989): "The role of three-dimensional geographic information systems in subsurface characterization for hydrogeological applications" en J. Raper: *Three Dimensional Applications in Geographic Information Systems* Londres, Taylor & Francis, pp. 115-128
- TURNER, A.K. (EDITOR) (1992): *Three-Dimensional Modelling with Geoscientific Information Systems* Dordrecht, Kluwer, 443 p.



REVOLUCION TECNOLOGICA Y CULTURAL GLOBAL, EXPERTOS EN SOLUCIONES

Es una nueva empresa pero no son recién llegados, tienen el entusiasmo de los principiantes pero cuentan con años de experiencia, han vivido la evolución del sector pero ahora saben que hay que abrir los ojos a la revolución del próximo milenio. Se trata de GLOBAL, un equipo de expertos en resolver los problemas de sus clientes y en adelantarse en cada área de servicio.

GLOBAL es una empresa concebida para adaptarse al cliente y poder así proporcionarle un servicio integral en los diferentes campos que abarca el Territorio y su representación geográfica. En su filosofía empresarial puede leerse "actuamos como intermediarios entre las necesidades que nos manifiestan y la solución para satisfacerlas". Por eso, junto al perfil puramente técnico de todos sus componentes se encuentra una acusada sensibilidad para generar vínculos que van más allá de la mera respuesta comercial.

Su actividad abarca aportación de tecnología, instalación, asesoría y formación, lo que se traduce en una oferta global de aparatos de topografía, software, GPS, GIS, seguimiento de vehículos, fotogrametría, medio ambiente y en la posibilidad de prestar todo tipo de servicios: asistencia técnica, venta alquiler, trabajos de campo, formación...

"Hemos aprendido -dice uno de sus técnicos- que es mucho más gratificante para los dos partes crear proyectos, colaborar con el equipo de personas que en una empresa se plantea cuáles son los recursos más adecuados para a su vez hacer el mejor trabajo".

GLOBAL, NUESTROS VALORES

VISION GLOBAL

Alizamos y resolvemos todos los casos desde una visión global, completa y detallista.

COMPROMISO

Nos gusta firmar un pacto que recoja nuestro compromiso de satisfacer las necesidades de los clientes.

VANGUARDIA

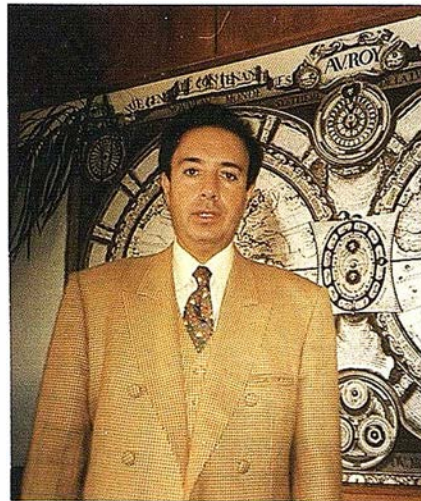
Cada día buscamos la frontera del futuro para disfrutar de ofrecerlo los primeros.

DESARROLLO EN EQUIPO

Creemos siempre y sabemos que la clave está en aprender juntos.

EXQUISITEZ

Nuestro negocio es ofrecer el mejor servicio, el que sorprende a los clientes, el que supera sus expectativas.



ENTREVISTA CON ALBERTO LLANOS, Presidente de Global

— ¿Cuándo y por qué nace GLOBAL?

Nace en abril de 1995, somos recién nacidos ante un sector un poco anclado en antiguos parámetros. Por ello, GLOBAL intenta ser conductor de un cambio tecnológico y cultural en la revolución hacia la calidad de servicios que estamos viviendo. Somos expertos en unir productos de calidad, procesos de solución y sonrisas.

— ¿Qué necesidades cubre?

Nosotros decimos que "nos metemos en los zapatos del cliente". Buscamos descubrir necesidades y cubrir las existentes con la meta de hacerlo cada día mejor. Somos conscientes de que el día a día es un enemigo porque no te deja tiempo suficiente para pensar, planificar y adecuar los procesos al ritmo tecnológico. En GLOBAL ayudamos a nuestros clientes a incorporar este proceso continuo de adaptación al cambio, proporcionandoles productos de calidad con el valor añadido del mejor servicio que podamos imaginar.

— ¿Qué rasgos distinguen a GLOBAL de otras empresas de la competencia?

En este momento no existe ninguna otra empresa en la Comunidad Valenciana, donde está por el momento nuestro mercado, que tenga nuestras características o que ofrezca un servicio realmente integral.

— Pero ¿no son distribuidores de SOKKIA y TRIMBLE?

Nuestra marca es GLOBAL, pero hemos elegido colaborar con ISIDORO SANCHEZ por varias razones. En primer lugar porque sus dos marcas son de primera calidad, líderes mundiales y en constante desarrollo; en segundo, porque ISIDORO SANCHEZ es una empresa con una fuerte cultura, una trayectoria muy amplia y una filosofía vanguardista que encaja con nuestra visión.

En el sector de Topografía es la empresa reconocida por la calidad real, la única avalada por un Certificado de AENOR IS 9002 propio y con una línea de servicio sin competencia. Ideas como el servicio 24 horas, servicio back, línea de atención gratuita entre otras que esta empresa proporciona han sido datos fundamentales a la hora de elegir proveedores y colaboradores. Son para nosotros una garantía para ofrecer calidad.

— ¿Cómo define el equipo humano de GLOBAL?

Trabajamos en equipo con visión de futuro y claridad de metas. Combinamos juventud con experiencia y, sobre todo, tenemos grandes dosis de ilusión, fuerza, coraje y actitud abierta ante los cambios. Curiosamente nosotros hablamos ya de "gente con espíritu Global".

— ¿Cómo se concibe al cliente en GLOBAL o en cualquiera de las empresas del Grupo CADIC que usted preside?

De la única manera posible, es decir, como el foco central de nuestra organización, así lo entendemos siempre en cualquier empresa de nuestro Grupo.

El Grupo CADIC, al que pertenecen además de GLOBAL empresas como CADIC S.A., SGRIN S.A., IMAGE S.L. y CADIC AUSTRAL S.A., cumple su Xº Aniversario, diez años de constante actividad y desarrollo en el mercado nacional e hispanoamericano. Su Presidente, con quien hemos hablado, ha demostrado durante su carrera profesional que crear relaciones positivas y leales con las personas y las organizaciones es su mayor talento.

ESTABLECIMIENTO DE UNA RED DE COBERTURA NACIONAL CON TECNICAS GPS PARA CONTROL DE TRAFICO AEREO

Alfonso Núñez-García del Pozo,
Catedrático de la E.U.I.T.T. de la Universidad
Politécnica de Madrid.

Gustavo Bada de Cominges,
Asesor Técnico de SIGEO, S. L.

1. INTRODUCCION

Este trabajo se realizó por encargo del Ente Público AENA (Aeropuertos Nacionales y Navegación Aérea), en colaboración con el DEPARTAMENTO DE NORMATIVA Y EVALUACION de dicho organismo, que estableció los criterios técnicos y participó junto con SIGEO, S. L. en la colaboración del proyecto y observación de la red.

El objeto principal trabajo es el establecimiento de una red de puntos perfectamente referenciados en el terreno, y distribuidos en la Península, Baleares y Canarias, con coordenadas referidas a los sistemas geodésicos ED-50 (European Datum 1950), ED-87 (European Datum 1987) y WGS-84 (World Geodetic System, 1984), determinados con suficiente precisión (mejor que 1 parte por millón), que permita su utilización posterior como base geodésica para la determinación con equipamiento G. P. S. de otros puntos para fines de navegación aérea.

Esta red está constituida por vértices de la Red Geodésica Nacional de Primer Orden pertenecientes a la Red Europea (European Reference Frame), por puntos situados en la proximidades de ciertos radares para navegación aérea, y por puntos definidos en aeropuertos.

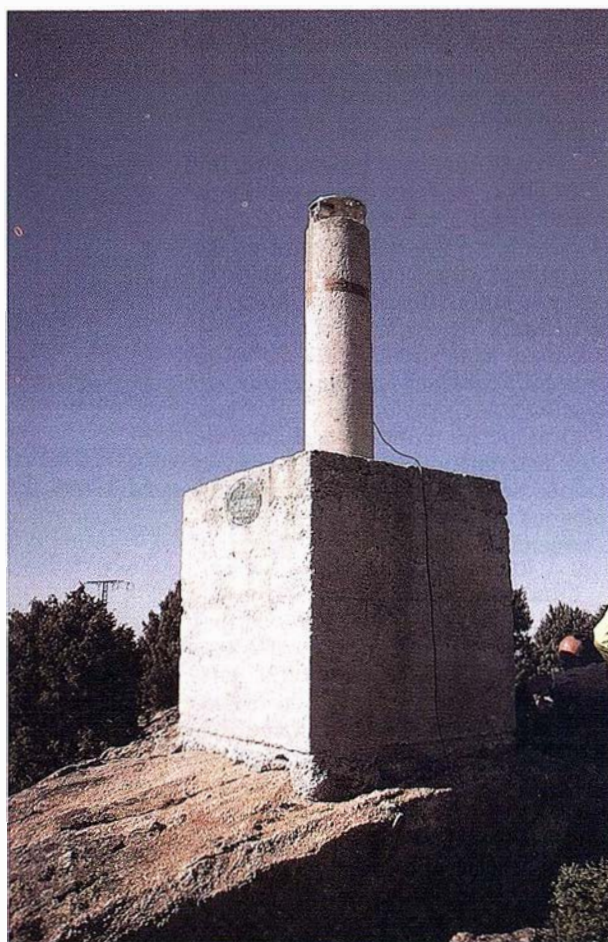
La técnica utilizada para la medición de esta Red Básica ha sido el G. P. S. (Global Positioning System), única forma posible en la actualidad de garantizar precisiones mejores que 1 metro sobre distancias de más de 1.500 Kilómetros.

En este artículo se describe el método operativo seguido y los resultados obtenidos, teniendo especial interés en los parámetros de Precisión y Fiabilidad obtenidos en el ajuste de esta red.

2. OBJETIVOS DEL TRABAJO

Los objetivos del trabajo se pueden resumir en:

A. Establecimiento de una Red que cubra y dé cobertura al territorio nacional, con una precisión global mejor que +/-0.20 metros en planimetría (coordenadas latitud y



longitud) y +/-0.40 metros en altimetría para los puntos en la Península y Baleares y +/-0.40 metros y +/-0.80 metros en Canarias.

B. La Red Básica ha de estar apoyada en puntos dotados de coordenadas con gran precisión. Para cumplir este requisito se ha elegido una serie de vértices de la Red Nacional de Orden Fundamental pertenecientes al conjunto de puntos EUREF, que además de tener precisiones relativas de orden centimétrico, están enlazados a la Red Europea de Triangulación mediante observación GPS. Estos puntos son BAÑOS en Almería, SALOU en Tarragona, FARO en Guipúzcoa, LAGOA en la Coruña, CABEZA LA HUERTA en Madrid, CARCHE en Alicante y CORRAL en Salamanca. Con esta base geodésica de gran garantía, se ha diseñado la Red Básica, de tal forma que dé cobertura a los Radares y Aeropuertos que han de ser dotados de coordenadas en los sistemas geodésicos WGS-84, ED-87, ED-50 y PICO DE LAS NIEVES para las Islas Canarias.

3. SISTEMAS DE REFERENCIA UTILIZADOS

Los sistemas de referencia utilizados en el trabajo son: WGS-84, ED-50 y ED-87, el primero como marco natural para las observaciones GPS, y los segundos como sistemas locales de carácter oficial en España. Para Canarias se ha utilizado también el sistema PICO DE LAS NIEVES.

A. Sistema WGS-84

Es un sistema global de referencia geodésico con origen en el centro de la Tierra, eje Z según el eje polar medio, ejes X, Y contenidos en la plano del Ecuador Medio Terrestre, dirigido el eje X hacia el Meridiano de Greenwich.

Este sistema es el adoptado por el G.P.S. para fines de posicionamiento terrestre, y es válido para toda la Tierra.

B. Sistema ED-50

El sistema ED-50 (European Datum 1950) se adoptó oficialmente en España para fines geodésicos y cartográficos en el año 1950, tanto para fines civiles como militares.

El punto fundamental o DATUM es POSTDAM (Torre de Helmert) y se tomó como elipsoide de referencia, el definido por Hayford para E.E.U.U. en 1927.

Este sistema no es geocéntrico, y los ejes X, Y, Z que lo definen no son paralelos al WGS-84.

La proyección cartográfica oficial y vigente en España es la U.T.M. (Universal Transversa de Mercator).

C. Sistema ED-87

El sistema ED-87 (European Datum 1987) es un sistema de carácter científico, que en esencia coincide con ED-50, puesto que el elipsoide de referencia es el mismo, y las coordenadas del DATUM casi idénticas (Universidad de Munich).

Ahora bien, las coordenadas de la Red de Primer Orden de España han sufrido una variación importante del sistema ED-50 a ED-87, pues se han introducido nuevas observaciones efectuadas por el Instituto Geográfico Nacional entre los años 1970 y 1990, que han dado una mayor consistencia y precisión a ED-87.

Se puede asegurar, de la comparación de ambas coordenadas, que la garantía a nivel global de ED-50 es del orden de +/-10-20 metros, esto es, unas 10 partes por millón, mientras que ED-87 garantiza precisiones de +/- 1 metros, esto es, de 1 parte por millón.

D. Sistema DATUM Pico de las Nieves

En Canarias, debido a la imposibilidad de enlace con la Península que se tenía a primeros de siglo, se tomó un Sistema de Referencia Local, con punto DATUM Pico de las Nieves en Gran Canaria. Trabajos efectuados posteriormente con técnicas espaciales Doppler y G.P.S., demostraron un desplazamiento de unos trescientos metros con respecto a ED-50.

4. INSTRUMENTAL Y SOFTWARE UTILIZADO

El instrumental utilizado para la observación de la Red Básica con técnicas G.P.S. ha sido:

- Cuatro receptores ASHTECH modelo M-XII provistos de doble frecuencia (L_1 , L_2) y código P en la segunda frecuencia.
- Equipo de toma de datos meteorológicos: Barómetros THOMMEN y Termohigrómetros THIES, que garantizan +/- 1 mb en la presión y +/- 0.5° en la toma de temperatura y +/- 2% en la humedad relativa del aire.

Este equipamiento G.P.S. permite, en la medida de grandes bases (tipo de 500 kilómetros o más), una precisión mejor que 0.5 partes por millón, es decir, +/- 0.5 metros en 1000 kilómetros.

- Material auxiliar diverso, trípodes, basadas, jalones, etc.

Este material es el adecuado para garantizar las precisiones y fiabilidad exigidas en el trabajo.

El Soporte lógico utilizado para los cálculos puede reunirse en:

- Programa MISSION PLANNING del paquete GPPS de ASHTECH para el planteamiento de las observaciones.
- Paquete GPPS de ASHTECH para el cálculo de las líneas base observadas.
- Paquete GPSRED elaborado por SIGEO, S. L. en su integridad para el ajuste de las observaciones.

5. DESCRIPCION DEL TRABAJO DE CAMPO

Para el trabajo de campo se formaron cuatro equipos, dotados cada uno de un equipo G. P. S. de observación, y dos de ellos de un equipo topográfico para levantar las redes locales y dar coordenadas a los radares y puntos de interés para Aviación Civil.

Para cada sesión se instalaron los cuatro receptores en los puntos prefijados de antemano y durante tiempos comunes, que en ningún caso fueron inferiores a cuatro horas.

Con el programa MISSION PLANNING del paquete GPPS de Ashtech, se hizo una minuciosa preparación de las observaciones G. P. S.; la mejor geometría de la constelación de satélites, con PDOP inferior a 2 en un 90% del intervalo de tiempo elegido para la observación, se daba por la tarde (entre los días 15 de Diciembre de 1992 y 3 de Febrero de 1993) con un horario de 18 a 22 horas.



6. METODOLOGIA DE LA OBSERVACION

Como se ha dicho antes, en una observación G. P. S. de estas características, en la que se exige una gran precisión entre puntos muy alejados, es un factor decisivo la elección de los períodos de observación, de forma que el PDOP (Parámetro de Dilución de Precisión) sea lo menor posible.

Con el programa MISSION PLANNING, integrado en el paquete GPPS de Ashtech, se analizó este parámetro para intervalos de tiempo de 4 horas de observación.

Las observaciones en campo se hicieron de acuerdo a las siguientes especificaciones:

- Correcto centrado de la antena sobre el punto a levantar, haciendo que el eje vertical de la antena sea perpendicular al punto incógnita.
- Correcto nivelado de la antena mediante plataforma nivelante.
- Correcta orientación de la antena, de forma que la brújula incorporada a ésta, señale el Norte magnético.
- Medida de la altura de la antena realizada con flexómetro o varilla graduada, con una garantía mejor que 0.002 metros.



Con el receptor ya en funcionamiento, se procede a la toma de datos meteorológicos, medida de la presión y temperatura seca y húmeda, que el operador introduce en el receptor mediante el teclado del panel, junto con la altura y el número y código (o nombre de identificación), del punto en cuestión.

7. RESULTADOS OBTENIDOS

Con el paquete de software GPPS se han calculado las líneas-base observadas. Los resultados obtenidos con GPPS se han tratado a continuación con la aplicación GPSRED para su cálculo y compensación.

En cualquiera de las sesiones han trabajado simultáneamente cuatro receptores, por tanto, se tendrán seis líneas-base.

Cada sesión se ha almacenado en el ordenador de cálculo en un subdirectorio que se nombra a través del día GPS de la observación. El cálculo se realiza por sesiones, quedando los resultados almacenados en los correspondientes ficheros de salida (ficheros 0*. *).

Puesto que se ha recibido información en las frecuencias L_1 y L_2 el proceso de cálculo se ha realizado con la opción de doble frecuencia, lo que garantiza una correcta reducción de la influencia ionosférica.

TRIANGULO			X	Y	Z
2000	1000	2100	.010	-.005	-.021
2000	1000	1500	-.014	-.044	.090
2000	1000	1600	-.591	-.156	-.461
2000	1000	1800	.024	-.039	.090
2000	1000	1900	.028	.010	-.034
2000	1000	900	-.025	-.143	.139
2000	1700	700	.028	.004	.034
2000	1700	900	-.019	-.008	.005
1000	100	300	-.377	-.170	-.174
1000	100	200	.006	.001	.001
1000	100	400	.013	-.005	.020
1000	100	900	.386	-.125	.335
1000	300	1100	.012	-.039	.030
1000	300	1600	.489	.039	.481
1000	300	600	.047	-.036	.056
1000	300	800	.537	-.205	.462
1000	300	900	.841	-.036	.665
1000	400	200	-.003	-.004	-.001
2000	1500	1800	.030	-.021	.043
2000	700	900	-.062	.031	-.105
2000	1900	2100	-.008	-.003	-.001
2000	900	1600	-.634	-.032	-.582

2 modelos a elegir

Desde su lanzamiento en 1992, el SR299, sensor GPS de doble frecuencia de Leica, ha sido objeto de diversas mejoras. En 1994, Leica inauguró un centro de producción y desarrollo en California, y su primer producto acaba de ver la luz en 1995: el SR399, un sensor geodésico de doble frecuencia, que se fabrica y promociona paralelamente al SR299.



Sensor topográfico SR299: para múltiples tareas

Sensor de doble frecuencia para medidas de fase. Permite emplearse en cualquier tipo de levantamiento GPS. La técnica de cuadratura ayudada de código asegura una muy buena relación señal - ruido y un fiable seguimiento de satélites con el código P encriptado (AS).



Sensor geodésico SR399

Observable adicional, seguimiento mejorado:

novedad

- Código P sobre L1 y L2
- Medidas sobre la fase de portadora L1 y L2 con longitud de onda entera, incluso con AS
- Posicionamiento de código diferencial inferior a 0,5m sobre L1 y L2, incluso con AS
- Excelente relación señal ruido
- EMC de línea base: 5mm + 1ppm

2 modelos a elegir: SR299 y SR399

1	5005	687	-.291	-.188	-.319
1	5005	9998	-.051	-.708	-.182
1	5005	9999	.028	-.002	.022
1	6006	9998	.072	-.337	.127
1	6006	687	.010	.246	.123
1	687	9998	-.074	-.288	-.205
1	687	9999	.388	-.201	.590
5005	687	9998	-.315	.231	-.342
5005	687	9999	.069	-.387	.250
6006	9998	687	.136	-.296	.208
2100	1000	1900	.010	.012	-.014
1100	1000	600	-.009	.021	-.011
1100	300	600	.026	.024	.015
100	300	500	.073	-.059	.136
100	300	900	.078	-.081	.156
200	100	400	.004	-.010	.018
1200	1400	1600	-.002	-.015	.007
1200	1400	800	-.010	.007	-.009
1200	1600	800	-.037	.102	.035
300	1300	1600	-.058	-.019	-.026
300	1300	800	.013	.009	.012
300	1600	900	-.284	.093	-.202
300	1600	800	.079	-.009	.052
1400	1600	800	-.029	.080	.051
1500	1000	1800	.008	.026	-.043
500	100	900	-.035	.010	-.042
500	300	900	-.030	-.012	-.022
1600	1000	800	-.127	.253	-.033
1600	1000	900	-.068	-.018	.018
1600	1300	800	-.008	.037	-.014
1600	900	800	.003	.009	.179
1700	700	900	-.015	.043	-.076
800	1000	900	.062	-.262	.230
800	300	900	.366	-.093	.433

En la tabla 1 se da el resultado del cierre de triángulos espaciales, que en ningún caso excede de 1 metro, y que en media están en orden de unos 0.15 metros en las tres componentes.

Se resume a continuación la metodología del cálculo.

- 1.- Cálculo de coordenadas aproximadas (X, Y, Z) de los puntos de la Red Básica a partir de las coordenadas en el sistema WGS-84 de los puntos EUREF.

- 2.- Transformación de las coordenadas (X, Y, Z) a coordenadas geográficas, longitud, latitud y altura sobre el elipsoide.
- 3.- Transformación de las observaciones GPS, (DX, DY, DZ), a observaciones tipo geodésico de ACIMUT, DISTANCIA Y DIFERENCIA DE ALTITUD.
- 4.- Ajuste planimétrico de la Red.
- 5.- Ajuste altimétrico de la Red.
- 6.- Obtención de coordenadas ajustadas en el sistema WGS-84, con altitudes referidas al elipsoide WGS-84.
- 7.- Determinación de los parámetros de transformación entre los sistemas WGS-84 y ED-87, tomando como base las coordenadas de los puntos de EUREF, y aplicando estos parámetros el resto de los puntos.
- 8.- Determinación de los parámetros de transformación entre los sistemas WGS-84 y ED-50, aplicándose al resto de los puntos.
- 9.- Introducción de las diferencias de ondulación del geoide con la finalidad de obtener cotas (altitudes) sobre el nivel del mar de los puntos de la Red Básica, para la definitiva determinación de las coordenadas en los sistemas ED-50 y ED-87, con una precisión global para la península mejor que 1 metro, con la carta geoide-elipsoide incorporada en la aplicación GPSRED.
- 10.- Para los puntos de las Islas Canarias las cotas se han dado con respecto a la Red Geodésica Nacional, al no existir carta geoide-elipsoide de suficiente garantía para dicha zona.

8. METODOLOGIA Y RESULTADOS DEL CALCULO DE LA RED BASICA

Calculadas las coordenadas aproximadas de los puntos de la Red Básica con el paquete de programas GPSRED, a partir de las observaciones GPS y de las coordenadas de los puntos de EUREF, en el sistema geodésico WGS-84, se ha precedido al ajuste al ajuste de la Red con el paquete GPSRED de compensación de redes observadas con GPS.

En la tabla 1 se da el cierre de los triángulos observados con GPS, en coordenadas cartesianas tridimensionales, que como observarse no sobrepasan en medida los 0.20 metros.

El ajuste se realiza con el método de variación de coordenadas y técnicas de estimación mínimos cuadrados, aplicando el método de Delft para el análisis de la redundancia o fiabilidad y detección de errores groseros o equivocaciones.

Para efectuar el ajuste se han elegido tres puntos fijos de EUREF, que se dan en la publicación de los resultados de la campaña GPS "EUREF-89". Estos puntos elegidos por su situación geográfica son:

- BAÑOS (2000)
- SALOU (800)
- LAGOA (100)

El criterio de ponderación de las observaciones ha sido el siguiente:

ERROR MEDIO DE UN ACIMUT: +/- 0.3 segundos centesimales..

ERROR MEDIO DE UNA DISTANCIA: +/- (0.01 metro + 0.2 ppm)

que expresan precisiones a priori mejores que 1 parte por millón.

Los parámetros característicos de la Red Básica (Véase gráfico 1), definida por 3 puntos fijos, 22 aproximados, con un total de 25 puntos, 166 observaciones GPS, 83 acimutes y 83 distancias, para determinar 44 incógnita en coordenadas, 2 incógnitas sistemáticas, un parámetro o factor de escala entre la escala definida por EUREF a través de los puntos fijos, y la definida por nuestras observaciones GPS, y una constante de orientación que determine la diferencia entre la orientación definida por EUREF y la dada por las observaciones GPS.

Es importante hacer notar que la variación obtenida de las coordenadas de los puntos de EUREF, CARCHE y FARO son inferiores a 0.10 metros, 0.083 metros en CARCHE y 0.036 metros en FARO, que pone en evidencia la precisión de las observación GPS, puesto que estas diferencia, en distancias del orden de los 500 kilómetros, indican un orden de precisión de 0.1 a 0.2 partes de millón.

Los parámetros de error estimados en el ajuste de acuerdo a la ponderación dada a priori, puesto que la varianza estimada es 1.04, aceptándose el test F de Snedecor de igualdad de varianzas a priori y estimada, que valida el ajuste.

La tabla 2 de errores medios cuadráticos estimados para las incógnitas y elipses de error absolutas, muestra valores para la Península y Baleares inferiores a 0.08 metros, y a 0.20 metros en Canarias, netamente mejores a los exigidos en el pliego de prescripciones. En el gráfico 1 se dibuja la Red y las correspondientes elipses de error absolutas.

El factor de escala incógnita ha resultado,

$$dL = 0.28 \text{ partes por millón} + / - 0.05 \text{ partes por millón}$$

y la constante de orientación,

$$dA = 0.0009 \text{ segundos sexa} + / - 0.016 \text{ segundos sexa,}$$

que pone en evidencia el acuerdo en escala y orientación entre los resultados de la observación GPS de EUREF y las observaciones GPS efectuadas en este trabajo.

En cuanto a la compensación alimétrica de la Red Básica:

TABLA DE ELIPSES DE ERROR ABSOLUTAS * HOJA 1

NUMERO VERTICE	E.M.C.		PARAMETROS DE LA ELIPSE DE ERROR		ORIENTACION	
	X	Y	SEMIEJE MENOR	SEMIEJE MAYOR		
2000	.0000	.0000	.0000	.0000	.00	PUNTO FIJO
800	.0000	.0000	.0000	.0000	.00	PUNTO FIJO
100	.0000	.0000	.0000	.0000	.00	PUNTO FIJO
1000	.0384	.0331	.0314	.0398	63.57	
900	.0506	.0511	.0461	.0551	42.84	
1600	.0404	.0374	.0334	.0438	307.00	
300	.0503	.0496	.0474	.0523	47.57	
9998	.1769	.1726	.1210	.2151	313.95	
5005	.1753	.1687	.1193	.2117	313.18	
6006	.1788	.1787	.1273	.2180	315.29	
9999	.1713	.1675	.1154	.2096	314.07	
1500	.0690	.0794	.0667	.0812	338.19	
1900	.0382	.0556	.0379	.0572	353.72	
2100	.0594	.0689	.0536	.0734	329.64	
1300	.0627	.0645	.0515	.0737	42.33	
500	.0544	.0592	.0543	.0593	5.13	
1700	.0745	.0626	.0610	.0757	70.71	
700	.1125	.1515	.1006	.1596	336.14	
400	.0320	.0264	.0250	.0331	293.70	
200	.0609	.0733	.0609	.0733	2.49	
1100	.0431	.0408	.0398	.0440	59.60	
600	.0501	.0492	.0481	.0510	308.30	
1400	.0552	.0511	.0503	.0559	294.16	
1200	.0580	.0788	.0574	.0792	8.32	
1800	.0604	.0731	.0604	.0731	359.37	

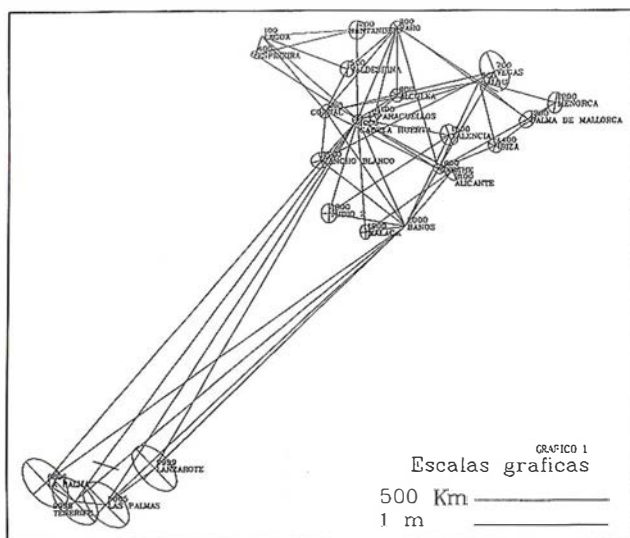
El error kilométrico a priori tomado para el ajuste es de,

$$\text{ERROR KILOMETRICO} = + / 0.001 \text{ METRO}$$

AJUSTE ALTIMETRIA RED DE PUNTOS GPS (AVIACION CIVIL)

RESULTADOS DE LA COMPENSACION * HOJA 1

NOMBRE	NUMERO	ALTITUD	E.M.C.	
BAÑOS	2000	66.643		PUNTO FIJO
SALOU	800	128.010		PUNTO FIJO
LAGOA	100	363.088		PUNTO FIJO
CABEZA HUERTA	1000	1183.542	.074	
CORRAL	900	1064.890	.094	
CARCHE	1600	1423.137	.096	
FARO	300	254.523	.114	
TENERIFE	9998	95.927	.282	
LAS PALMAS	5005	71.340	.282	
LA PALMA	6006	53.193	.289	
LANZAROTE	9999	600.575	.296	
VALENCIA	1500	111.380	.191	
MÁLAGA	1900	57.405	.111	
ALICANTE	2100	109.246	.160	
PALMA DE MALLORCA	1300	582.751	.154	
VALDESPINA	500	934.609	.131	
CANCHO BLANCO	1700	994.649	.155	
VEGAS	700	646.283	.316	
ESPIÑEIRA	400	585.470	.064	
SANTANDER	200	54.428	.172	
PARACUELLOS	1100	755.021	.090	
ALCOLEA	600	1336.573	.108	
IBIZA	1400	76.866	.133	
MENORCA	1200	138.413	.164	
JUDIO 2	1800	105.366	.173	



La tabla 3 de altitudes sobre el elipsoide estimadas en el sistema WGS-84, y sus correspondientes errores medios cuadráticos, que indican valores mejores que 0.15 metros para la Península y Baleares, y mejores que 0.30 metros en Canarias.

Los resultados de los ajustes evidencia de la Red Básica ha sido observada con una precisión mejor que 0.5 partes por millón en las tres coordenadas, estableciéndose un marco de referencia geodésico para toda España de alta precisión y válido para cualquier trabajo posterior de posicionamiento, tanto GPS como clásico.

Los cuadros de las correspondientes transformaciones de HELMERT entre los sistema geodésicos, ED-50 y WGS-84 Y ED-87 y WGS-84, que comentamos a continuación.

En la tabla 4 y 5 se dan los parámetros que definen la forma de los elipsoides en ambos sistemas, y los valores de los PARAMETROS DE TRANSFORMACION, traslación en metros XO , YO , ZO , factor de escala, ESCALA, y rotación $W1$, $W2$ y $W3$ alrededor de los ejes X , Y , Z en segundos sexagesimales. El Baricentro o centro de masas del sistema, matriz de varianza-covarianzas de los parámetros incógnitas, desviación típica del ajuste, errores medios cuadráticos de la determinación o estimación de estos parámetros y residuos estimados en el ajuste en metros.

La inspección de los resultados pone de manifiesto la mejor calidad de las coordenadas ED-87, puesto que el factor de escala es de 0.2 partes por millón, mientras que para ED-50 es de 14 partes por millón, como se anunciaba en el apartado de descripción en el apartado de descripción de los sistemas de referencia. La media de los residuos es de unos 0.30 metros en las tres coordenadas que da idea de la garantía, tanto de las coordenadas del sistema geodésico ED-87, como de la propia observación GPS y de la fiabilidad de los cálculos de la aplicación GPSRED, puesto que estamos hablando de puntos

distribuidos en toda la Península distanciados cientos de kilómetros.

Como conclusiones de este trabajo podemos afirmar la potencia de cálculo de la aplicación GPPS de ASHTECH, con resultados excelentes para líneas de esta longitud, así como la bondad de las observaciones GPS para esta clase de trabajos, superiores a 1 parte por millón. Por otra parte, los resultados dados por la aplicación GPSRED, contrastamos con los de la Comisión EUREF de la Asociación Internacional de Geodesia, evidencian su validez para aplicaciones geodésicas de larga base.

TRASFORMACION DE HELMERT ENTRE LOS SISTEMAS ED50 Y WGS84 (MODELOS DE BADEKAS-MOLODENSKI)

ELIPSOIDE ED87: SEMIEJE: 6378137.000 EXCENTRICIDAD: .0066943

ELIPSOIDE WGS84: SEMIEJE: 6378388.000 EXCENTRICIDAD: .0067227

VALORES DE LOS PARAMETROS DE TRANSFORMACION.

$XO = -.83114107D+02$ $YO = -.10503445D+03$ $ZO = -.11928862D+03$

ESCALA = .13692316D-04 $W1 = 2.1395975$ $W2 = 1.4223848$ $W3 = -.046154450$

BARICENTRO $X_M = 4831908.828$ $Y_M = -216622.195$ $Z_M = 4125801.188$

MATRIZ DE VARIANZAS-COVARIANZAS

.91642148D+00 .23809113D-31 -.23809113D-31 .21445986D-26 .35068360D-31 .23399455D-32 -.76719265D-32
 .23809113D-31 .91642148D+00 .52815195D-30 .64987837D-28 -.93377705D-15 .28356020D-15 .42532075D-15
 -.23809113D-31 .52815195D-30 .91642148D+00 .64987837D-28 -.28356020D-15 .89985498D-15 .27824023D-15
 .21445986D-26 .64987837D-28 .64987837D-28 .58537596D-23 .95720357D-28 .63869661D-29 -.20940801D-28
 .35068360D-31 -.93377705D-15 -.28356020D-15 .95720357D-28 .50065287D+00 -.15203332D+00 .22803951D+00
 .23399455D-32 .28356020D-15 .89985498D-15 .63869661D-29 -.15203332D+00 .48246525D+00 .14918098D+00
 -.76719265D-32 .42532075D-15 .27824023D-15 .20940801D-28 .22803951D+00 .14918098D+00 .45675829D+00

DESVIACION TIPICA DEL AJUSTE EN METROS: .21406179D+01

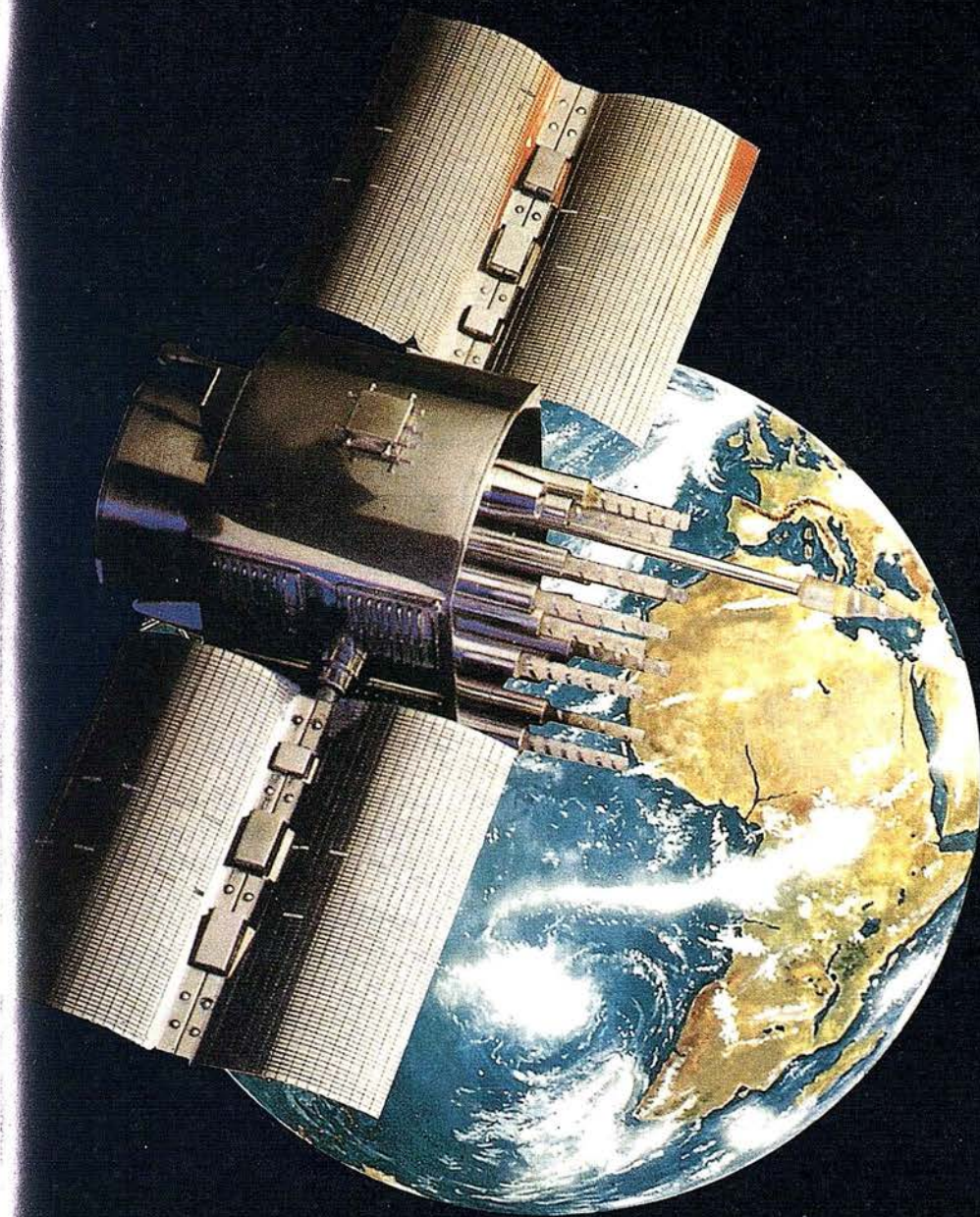
DES. TIPICAS EN METROS:

.957299D+00 .957299D+00 .957299D+00 .241945D-05 .707568D+00 .694597D+00 .675839D+00

RESIDUOS DE LA TRANSFORMACION EN METROS:

NUMERO	ALTURA	LATITUD	LONGITUD
2000	-.3285	-1.6902	.2453
1600	.7226	-1.2298	-.5726
800	-.1718	.9802	-.1162
300	-.1713	2.0057	-2.6346
100	-.0298	.1882	3.1302

CON PRECISION ESPACIAL



*Servicios de GPS para Topografía e Inventarios Georeferenciados.
Servicios de Sismología.*

Pº Imperial, 6 28005 MADRID
Teléf.- 366 64 05 - Fax.- 365 82 08

Análisis crítico del estado actual de la Modelación Cartográfica

Dr. Armando Domech,
Dra. Carmen Mosquera,
Lic. Thais Puebla.

Introducción

La primera evidencia de la actividad del hombre como recolector y transmisor de información espacial, procede de una tosca tableta de arcilla de 4 500 años de antigüedad, encontrada en las excavaciones de la ciudad de Ga Sur, unos 300 km al norte del emplazamiento de Babilonia. Se representaban el río Eúfrates y los puntos cardinales (Raisz, 1965).

Según Taylor (1987) la primera referencia auténtica a un mapa de aspecto semejante a los que conocemos actualmente, procede del año 227 a.n.e. cuando, según crónicas chinas, un asesino con un puñal emponzoñado envuelto en un mapa intentó asesinar al emperador.

El más antiguo mapa impreso conocido es un mapa del oeste de China, del año 1155 d.n.e, al menos 300 años antes del primer mapa impreso europeo (Taylor, 1987).

Fueron los griegos los primeros en medir la longitud de la circunferencia de la tierra, al considerarla una esfera. Eratóstenes de Cirene (s.III a.n.e) utilizando la distancia entre Siena y Alejandría como arco de meridiano. Esto fue utilizado posteriormente por Claudio Ptolomeo para un mapa del mundo conocido utilizando una proyección cónica. ↪

De entonces acá, la creación de mapas y su utilización se han hecho prácticas y necesarias, no solamente para la comunidad geográfica sino para todos los aspectos del desarrollo económico y social de cualquier país.

Los siglos XVIII y XIX fueron al escenario donde se desarrollaron la topografía y cartografía convencionales y dieron paso a la representación cada vez más exacta de los territorios, primero europeos y después coloniales. Parale-

Fig. 2 Situación pasada, actual y cambios esperados en la importancia relativa del Hardware, Software, capacidad humanas y accesibilidad de los datos. (RHIND, D. FI 36, LYON REPORT N° 7 pg 112, 1987).

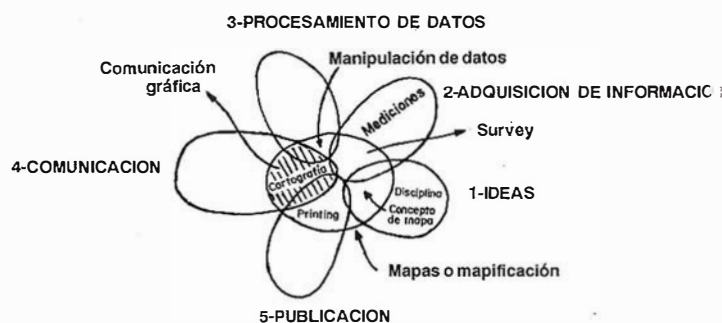
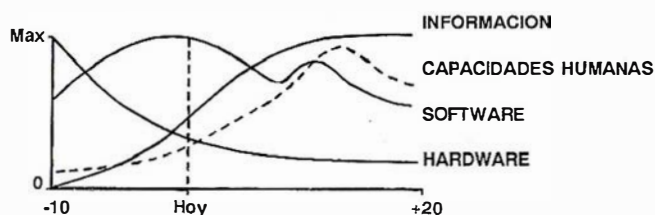


Fig.1 Actividades en el proceso de preparación de mapas y sus relaciones Interdisciplinarias (JUPE, CANADIAN SURVEYOR Vol 41 N°3 pg 344, 1987).

lamente se produjo un proceso de diferenciación de las ciencias geográficas y aparecen nuevas disciplinas: climatología, edafología y otras.

El Barón de Humboldt, empleó por primera vez las isótermas para establecer las regularidades de la distribución de las temperaturas en la superficie terrestre, dando inicio a la creación de los mapas climatológicos y a la descripción de la zonalidad de los climas y la vegetación en la Tierra. Más tarde, Dokuchaev, descubrió la zonalidad del planeta en su conjunto (Berliant, 1986). Es este el momento del surgimiento de la Cartografía Temática, aunque ésta denominación sea mucho más reciente.

Durante casi dos siglos hemos perfeccionado la posibilidad de creación y de utilización práctica de los mapas y más recientemente, de sus posibilidades como instrumentos de investigación.

En la actualidad con el desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica y de las técnicas de teledetección, las perspectivas de desarrollo de los mapas geográficos como instrumentos de la investigación científica, se amplían extraordinariamente.

No obstante, son estas nuevas posibilidades las que a nuestro entender, señalan un punto crítico o de cambio en el desarrollo de la Cartografía.

¿Podría el mapa ser el mismo documento a que estamos habituados? ¿Deberán adecuarse los métodos actuales de representación de los fenómenos a los dictados de las nuevas tecnologías? Podrán los cartógrafos asumir estos cambios? Sobre estas interrogantes trataremos de enfocar nuestra atención.

La Cartografía y los mapas geográficos (Analicemos algunas definiciones recientes de Cartografía)

La Asociación Cartográfica Internacional (ACI) en su Diccionario Multilingüe de términos cartográficos (1973), define la Cartografía como: "El arte, ciencia y tecnología de hacer mapas, conjuntamente con su estudio como un documento científico y un trabajo artístico".

En este contexto, los mapas pueden ser considerados como un concepto que incluye todos los tipos de mapas, cartas y secciones, modelos tridimensionales y esferas que representan la Tierra o cualquier cuerpo celeste a cualquier escala. En esta definición, se ubica a la Cartografía de modo pragmático y a partir de ella pudiera considerarse a los mapas como documentos artísticos y de contenido científico que serían utilizados como medios de investigación de la realidad.

En China se define a la Cartografía como "arte, ciencia y tecnología de realización de todos los tipos de mapas empleando resultados obtenidos de investigaciones, reconocimientos remotos y otras informaciones obtenidas para ser utilizados en la construcción económica, defensa nacional, relaciones internacionales, educación, cultura, turismo, etc. (Wuhan Technical University of Surveying and mapping, 1985).

En esta definición, aunque se reconoce la utilización de técnicas avanzadas como los sensores remotos, se limita al campo de acción a la creación de mapas y no a su empleo para otros fines como la investigación.

Salitchev propuso la definición siguiente (Berliant, 1986): "Por sistema cartográfico se comprende la creación de nuevos mapas como modelos espaciales de imágenes símbolos de la realidad, creación basada en un procedimiento sistemático, en primer lugar, en la realización de la propia Cartografía". Según este autor en la definición se esclarecen dos aspectos fundamentales como son la investigación (análisis) de los geocomplejos y su modelación en el sistema de mapas.

En esta definición no se alude a la tecnología sino a una concepción sistemática de la investigación a través de la modelación cartográfica.

Sánchez (1994). Considera la cartografía "como representación gráfica del territorio, de los elementos que lo constituyen y de los factores que inciden en su transformación, ofrece un instrumento idóneo como soporte para la toma de decisiones y para el seguimiento y control de la dinámica territorial. Es a todas luces, el medio idóneo de transmisión y expresión de la información espacial por el hecho de permitir la localización, el censo, la clasificación de los diferentes parámetros territoriales susceptibles de ser representados y manipulados gráficamente".

Guptill S.C y Starr, L.E (1984) definen la Cartografía como: "Un proceso de transferencia de información que se centra alrededor de un banco de datos espaciales, el cual

puede ser considerado en si mismo un modelo multifacético de la realidad geográfica. Tal información espacial sirve entonces como el núcleo central de una secuencia íntegra de procesos cartográficos que recibe diferentes datos de entrada y disemina diversos tipos de productos de información". Es esta última definición, los autores introducen, lo que a nuestro entender es el elemento con más dinamismo para revolucionar la Cartografía más rápidamente que los nuevos enfoques conceptuales: la nueva tecnología.

Como puede observarse, los aspectos novedosos que incluye el desarrollo tecnológico no son tomados en cuenta en los criterios formales de la mayoría de las definiciones autorizadas sobre el objeto de la Cartografía emitidas recientemente.

Pudiéramos preguntarnos al llegar a este punto, si el asumir la concepción, más próxima al escenario actual de esta ciencia, que nos lleva directamente a los sistemas de Información Geográfica y a los Sensores Remotos, no implicará una reconversión total del aparato conceptual de la Cartografía, especialmente en el campo de la representación cartográfica, aunque esto represente el tener que aceptar seguramente ciertas concesiones de acuerdo con nuestros criterios actuales. Como señala Jupe (1987) "es el mismo argumento utilizado por los calígrafos sumamente calificados contemporáneos de Gutenberg, quienes tardaron en reconocer la fuerza de un sistema más eficiente en muchos sentidos...."

Debe apuntarse que lo que el desarrollo tecnológico aporte, los cartógrafos debaten hace años la efectividad y propiedad de los métodos de representación utilizados comúnmente para representar la realidad. No es exagerado afirmar que la concepción más sistematizada de los métodos de representación se debe en gran medida a la Cartografía soviética, escuela heredera y continuadora de las tradicionales cartográficas europeas. Uno de sus exponentes más destacados, el prof. Baransky (1963) señalaba críticamente: "El enfoque estadístico del mapa económico se caracteriza por estribar en el aspecto cuantitativo de los fenómenos que se representan, ignorando totalmente la exactitud de su registro espacial".

El profesor Salitchev (1966) se refería al tema en distintos momentos de su obra "Cartografía". Por ejemplo, al referirse al método de puntos señala: "El uso del método de puntos se completa sobre todo cuando hay bruscos contrastes en la diversidad del fenómeno". Al referirse al método de Cartograma, señala: "Pero los cartogramas no muestran las diferencias en intensidad del fenómeno dentro de las unidades territoriales y dan una idea de una distribución homogénea de éste y del cambio de intensidad al pasar los límites de cada unidad territorial ". Posteriormente añade: "el verdadero tipo de distribución del fenómeno se altera en los cartogramas porque no hay relación entre la regionalización natural del fenómeno y la red de división territorial admitida por el cartograma.

Salitchev (1960) resume los procedimientos de representación de los fenómenos geográficos (ver tabla 1).

Tabla 1
Procedimientos de representación de los fenómenos en los cuales las características de la distribución geográfica de los fenómenos son diferentes. Salitchev, 1960; Atlas Nacionales, p. 58

Características de la distribución territorial de los fenómenos	Manifestación representada	Procedimiento o métodos visuales de representación.
Localizados en puntos	Estado en un instante determinado.	Procedimiento por signos jerárquicos localizados (método de símbolos).
	Desplazamiento (movimiento)	Por líneas de movimiento a menudo combinadas con el procedimiento de signos jerárquicos localizados.
	Cambios en el tiempo.	Procedimiento por signos jerárquicos, diagramas locales
Localización sobre líneas	Estado en un momento determinado.	Procedimiento por trazos lineales.
	Desplazamiento (movimiento)	Combinaciones de trazos lineales, algunas veces con signos de desplazamiento: líneas isarítmicas (isolíneas).
	Cambios en el tiempo.	Combinaciones de trazos lineales.
Localizaciones sobre superficies.	Estado en un momento determinado	Procedimiento corocromático (fondo cualitativo, líneas isarítmicas, conjunto de diagramas locales, procedimientos por área de extensión.
	Desplazamiento	Combinación de áreas, líneas isarítmicas, signos de desplazamiento.
	Cambios en el tiempo.	Isarítmicas, conjunto de diagramas locales.
Dispersos	Estado en un momento determinado	Procedimiento de puntos corocromáticos, áreas, cartodiagramas, cartogramas (por una característica global siguiendo las unidades territoriales).
	Desplazamiento (movimiento)	Combinación de áreas; símbolos de desplazamiento.
	Cambios en el tiempo.	Procedimiento por puntos; conjunto de áreas, cartodiagramas y cartogramas.
Continuos	Estado en un instante determinado.	Procedimiento corocromático; líneas isarítmicas conjunto de diagramas locales, métodos plásticos para el relieve.
	Desplazamiento	Signos de movimientos
	Cambios en el tiempo.	Líneas isarítmicas; conjunto de diagramas locales.

Aquí se resume una concepción metodológica, por lo demás muy útil y por la que hemos realizados nuestros mapas varias generaciones de cartógrafos. Esta concepción aquí presentada

hace hincapié en la forma de distribución (en primer lugar) de los datos cartográficos y su estado. Mosquera (1992) señalaba a propósito de los datos geográficos: "son entidades espacio

temporales que describen o cuantifican la distribución, el estado y los vínculos de los distintos fenómenos naturales y sociales estudiados", lo que es coherente con la concepción cartográfica que discutiremos a continuación.

Publicada en una obra solicitada a los cartógrafos soviéticos encabezados por el Prof. Salitchev por la Sociedad Geográfica Internacional, permite conocer la difusión internacional y la aceptación de estas ideas científicas que implican posiciones teóricas y metodológicas para encarnar la representación de la realidad objetiva.

Este enfoque se ha dado en llamar paradigma o modelo de cartografía cognoscitiva en el que **la Cartografía se entiende como la ciencia que se ocupa del conocimiento del medio circulante por medio de la modelación cartográfica, mientras que los mapas son modelos de imágenes simbólicas de la realidad.**

Se utiliza la modelación como un método del conocimiento por medio del cual el objeto estudiado se sustituye por otro objeto cuyas propiedades, en nuestro caso, la representación cartográfica, se encuentran en determinada relación con el objeto.

A nuestro modo de ver, este esquema no está aún agotado, pues hasta el momento los modelos realizados por la cartografía implican sólo el conocimiento de relaciones simples de la realidad y de los objetos geográficos.

Más recientemente Bertin (1967) realizó un análisis detallado de todos los elementos gráficos que permiten elaborar un lenguaje gráfico para la percepción visual.

A las tradicionales propiedades atribuidas a los símbolos de forma, tamaño y color (Salitchev, 1966) añadió el valor, el grano, la orientación y las dos dimensiones del plano. Consideró la implantación del sistema gráfico en forma de líneas, puntos, superficies, lo que es usual en cartografía, pero lo agrupó en cuatro niveles de organización de la información: asociativa, ordenada, selectiva y cuantitativa.

"El trabajo de Bertin fue considerado como uno de los acontecimientos más importantes en el campo de la representación cartográfica durante este siglo, ya que, establecidas las bases de una estructura del lenguaje gráfico, fue posible establecer las reglas gramaticales que rigen el lenguaje gráfico". Núñez de las Cuevas (1993)

Este enfoque, es representativo de otra concepción o modelo para la cartografía centrado en los procesos de transmisión de la información y de las reglas que deben regir la representación de la información cartográfica. A este enfoque se ha denominado paradigma o modelo "comunicativo", Berliant (1986).

No es casual que sea común en esta concepción la atribución de un rol cada vez más importante a la comunicación gráfica en el campo de la cartografía.

No obstante, a nuestro entender, el problema actual es de otro carácter, en general, al incorporar los elementos de diseño gráfico aportado por la teoría comunicativa, no implica un cambio en las concepciones tradicionales de nuestra imagen

de mapa. Se pretende tan sólo una comunicación más efectiva de las estructuras y fenómenos representados en los mapas, logramos formas de representación más claras o legibles, por lo demás, una de las exigencias principales que debe cumplir el mapa geográfico, Sancho Comins, (1993).

El modelo cartográfico. El mapa como modelo

Partiendo de que un MODELO es un objeto que reproduce la realidad, a pequeña escala afirmar que el mapa, de acuerdo con una de sus principales funciones, la que transmitir información acerca de las propiedades características y regularizaciones de los objetivos reales, constituye un objeto auxiliar que reproduce una parte de la realidad, durante el período que dure su estudio, de ahí que sea una importante herramienta en la simulación de los procesos y fenómenos naturales y socioeconómicos.

El acto de modelar la realidad mediante representaciones cartográficas era ya conocido por el hombre de la sociedad primitiva, quien mediante dibujos cartográficos muy simples realizados a veces sobre madera u otra corteza, reflejaba su interpretación sobre grandes territorios, sirviéndoles para señalar algunos accidentes geográficos o lugares de caza, entre otros.

Según Salitchev (1982) el modelo cartográfico es un modelo espacial, figuradamente simbólico de la realidad, que muestra una imagen reducida generalizada y matemáticamente determinada de la superficie terrestre sobre un plano. En él se puede interpretar la ubicación, el estado y los vínculos de los diferentes fenómenos seleccionados y caracterizados de acuerdo con su asignación concreta.

A diferencia de otros modelos geográficos, el mapa es una representación gráfica realizada a escala de una parte o de toda la superficie de la tierra; en él se utilizan símbolos figurados para identificar a los objetos el carácter de ciertos rasgos de interés. La información que refleja es el resultado de un proceso de selección y generalización.

Entre el modelo y el objeto debe existir cierta semejanza, en este caso la semejanza espacio-tiempo es la propiedad fundamental del modelo cartográfico.

Se denomina **Modelación**, como método científico general del conocimiento, **a la investigación práctica o teórica directa de cualquier objeto o fenómeno, en la que se estudia no propiamente el objeto o fenómeno, sino algún sustituto suyo, el sistema artificial o natural auxiliar** (Novik, Nemov, 1968).

En la actualidad en las condiciones de un gran progreso científico-técnico es muy difícil que exista alguna rama de la ciencia donde no se utilice la modelación, de ahí que la Cartografía tenga serias razones para dedicar especial atención a la modelación cartográfica, dado que ella le permite:

1. Diagnosticar y evaluar el estado actual de los objetos
2. Analizar el comportamiento de los fenómenos en el tiempo y en el espacio
3. Analizar y ordenar los objetos reales en el marco de un territorio

4. Elaborar pronósticos
5. Desarrollar posiciones teóricas
6. Comprobar hipótesis sobre distribución y organización espacial de los fenómenos
7. Realizar sucesivas aproximaciones hasta lograr el modelo más cercano a la realidad

En Cartografía el término modelación cartográfica tiene 2 interpretaciones; una para designar al proceso de creación de un mapa como modelo de la realidad y la otra para designar el proceso de investigación por medio de los mapas.

En realidad no se ha precisado exactamente cuando este término entró en Cartografía. Los cartógrafos rusos están entre los primeros en introducirlo y utilizarlo para designar así a la representación gráfica de una parte de la realidad, en forma esquematizada, atribuyéndole a la modelación cartográfica no sólo las formas externas de los objetos, sino también el contenido interno: así mismo plantean que los mapas no sólo sirven para acumular y transmitir información, sino también como medio de adquirir nuevos conocimientos.

Así según Berliant (1986), por modelación debe entenderse la creación, análisis y transformación de las obras cartográficas con el objeto de utilizarlas para adquirir nuevos conocimientos. Filippovich (1983) plantea: "la modelación cartográfica se interprete como un conjunto de operaciones con los mapas dirigidos a la obtención de nuevos conocimientos sobre el objeto de estudio, incluye la creación, y en primer plano promueve el desarrollo de los métodos de utilización de los mapas ya existentes".

Para Rudenko, (1982) la modelación cartográfica trata el análisis de los sistemas de organización compleja en la planificación de objetos con ayuda de una serie coordinada de mapa.

Tomando en consideración las definiciones de los autores anteriores se puede concluir que la modelación cartográfica como método de investigación constituye un modo de trabajar con los mapas convirtiéndose la creación, transformación y utilización de los mismos en una actividad ordenada y lógica que implica reproducir a pequeña escala los objetivos y fenómenos reales, para su estudio directo obtener un nuevo conocimiento. Surge con el desarrollo de la Cartografía cognoscitiva y constituye uno de los procedimientos del conocimiento científico.

En conformidad con Salitchev, (1982), la Modelación Cartográfica se base en 3 principios cartográficos fundamentales "la base matemática", que garantiza la conversión de la superficie terrestre al plano mediante proyecciones cartográficas especiales, "la representación cartográfica" que incluye el uso de sistemas de símbolos convencionales para transmitir la información temática, y "la generalización cartográfica, manifestada en la selección de lo principal y esencial en conformidad con la designación temática y escala del mapa.

Sin embargo, este método cuenta con otros principios de carácter científico, de suma importancia en el estudio de las complejas interrelaciones naturaleza-sociedad ellas son: la

sistemicidad, referida al análisis de los objetos y fines como una unidad integral de componentes con todas sus relaciones internas y externas, el principio de historicidad, el cual permite revelar la historia, evolución y tendencia de desarrollo del objeto de estudio, "la jerarquía", que permite investigar cada sistema como elemento de un sistema mayor, entre otros.

El estudio de los geosistemas de organización compleja por medio de los mapas permite estructurar el proceso de modelación en diferentes etapas:

La primera etapa que incluye la búsqueda y recopilación de material cartográfico y de otro tipo que esté disperso y que aporte información sobre el objeto de estudio referido a un momento dado.

Una segunda etapa donde se formulan y concretan las vías para modelar las realizaciones, interrelaciones y dependencias entre los elementos que integrarán un sistema; aquí se elaboran mapas de interrelaciones.

La tercera etapa, es la de síntesis científica y cartográfica, a partir de utilizar los mapas ya existentes, y se obtienen mapas de corte evaluativos, tipológicos y de regionalización. En esta etapa se obtienen los resultados y se elaboran y se elaboran las conclusiones.

La cuarta etapa, abarca la creación de modelos pronósticos, modelos-recomendaciones y modelos-mejoramiento. Aquí se elaboran hipótesis sobre tendencias y direcciones del desarrollo de los procesos y fenómenos reales.

La interacción de los modelos cartográficos con otros modelos originan diferentes tipos de modelación cartográfica (Berliant 1986):

- La modelación matemático-cartografía se ocupa de elaborar los procedimientos que permiten darle expresión espacial a los modelos matemáticos.
- La modelación aerocósmica y cartográfica constituye una forma combinada de utilización de los métodos aerocósmicos y cartográfico, donde los datos aerocósmicos se apoyan en la modelación para la corrección de los materiales del levantamiento aéreo y la entrega del resultado del descifrado temático en forma cartográfica.
- La modelación teórica-cartográfica, cuya esencia consiste en modelar en los mapas situaciones ideales, la comparación de mapas que reproducen la realidad, con modelos teóricos ideales es su objetivo principal.
- La modelación experimental cartográfica, que consiste en la utilización conjunta de los mapas y los modelos físicos de laboratorio, en este caso el mapa se convierte en un medio de análisis cuantitativo preciso de los resultados de la modelación y se hace posible investigar entre otros el mecanismo de la actividad erosiva, las condiciones ingeniero-geológicas de los embalses, etc.

El objetivo fundamental del método está encaminado a la obtención de modelos que simulen las complejas interrelaciones de la interacción naturaleza-sociedad, para ello es necesario el empleo de métodos automatizados de análisis de la información, la tecnología de los SIG y la información de

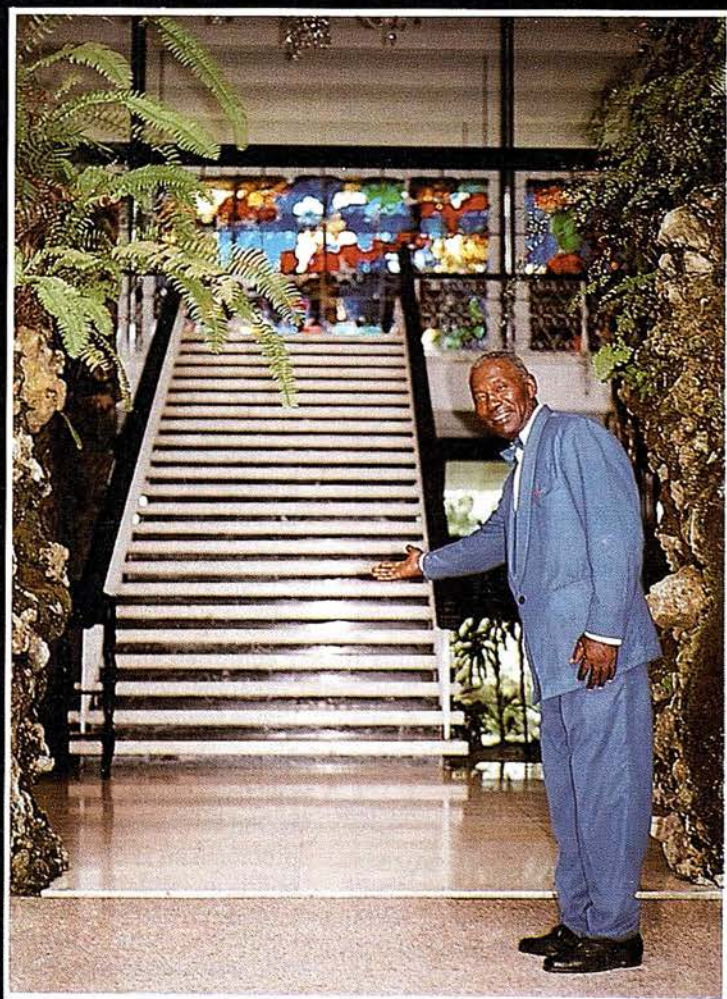
Las Ruinas

EL RESTAURANT

*Un encuentro con "Las Ruinas" es un intenso
recorrido por el mundo natural.*

*Una mirada a la historia. Un toque de distinción
salido de sutiles manos.*

Un hallazgo.



Parque Lenin. La Habana. Cuba.
Telf. 44 3336

imágenes satelitarias y fotografías aéreas, de manera de buscar fundamentalmente rapidez y bajo costo de las investigaciones.

Sin dudas, la modelación cartográfica en la época de la informática y del amplio desarrollo de las computadoras electrónicas, presupone tener un aseguramiento autorizado de la información donde el empleo de los SIG es fundamental para la creación y utilización automatizada de los mapas, de forma rápida, confiable, precisa y económica.

Las nuevas tecnologías

El Profesor Rhind (1909) ha definido un Sistema de Información Geográfica en los siguientes términos.

"Es un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para soportar la captura, el manejo, la manipulación, el análisis, el modelado y el despliegue de datos especialmente referenciados (georreferenciados) para la solución de los problemas complejos del manejo y planeamiento territorial" (Sistemas de Información Geográfica, pag.21).

Un sistema automatizado de tratamiento de la información espacial presenta una serie de ventajas (Dangermond, 1984, FAO, 1987; Díaz, 1988).

- La información se mantiene físicamente compacta, evitándose su deterioro o pérdida.
- La información cartográfica de base se mantiene en forma centralizada y rápidamente accesible.
- Los datos pueden ser extraídos y mantenidos a un bajo coste por unidad de información manipulada.
- La búsqueda y recuperación de información se realiza con gran rapidez.
- El sistema, a partir de los programas incorporados, permite:
 - a) realizar mediciones en los mapas,
 - b) realizar operaciones de superposición de mapas,
 - c) realizar transformaciones de la información,
 - d) manipulación de la base de datos,
 - e) diseño y dibujo de los mapas de salida.
- La información temática gráfica puede ser mejorada en forma simultánea.
- Pueden realizarse diferentes mapas complejos (modelación cartográfica).
- Realizar el análisis de la dinámica de los fenómenos geográficos
- Algunas formas de análisis de datos espaciales se realizan a un costo muchas veces más bajo que si fueran realizadas manualmente (cálculo de pendiente, modelos tridimensionales del terreno, etc)
- Pueden, integrarse de manera conjunta a los banco de datos los análisis espaciales y la toma de decisiones.

- El diseño y el dibujo automático de los mapas en el sistema puede aplicarse a las técnicas de diseño y producción cartográfica.

Los SIG en los últimos años han tenido un desarrollo explosivo y se han convertido, sobre todo, en una, productiva industria. Rhind (1981) calculaba en 3.000 millones de dólares este mercado, sólo en EE UU a inicios de la década del 90.

Frank. A. M. et al. (1994) señala como características actuales de los SIG, los siguientes:

- el número de instalaciones de sistemas se ha duplicado cada dos años,
- el mercado de SIG crece a razón de un 35% anual,
- las cifras de ventas de ciertos vendedores de SIG crecen a razón de un 100% y más,
- se celebran un número creciente de eventos regionales, nacionales e internacionales centrandos su atención tanto en los elementos teóricos de los SIG, como en sus aplicaciones,
- crecen el número de revistas profesionales dedicadas al tema,
- se enfatiza el uso de SIG en muchas disciplinas como Geografía, Geología, Ingeniería, Forestales e Informática,
- muchas universidades introducen cursos de SIG,
- en EEUU se han establecido centros nacionales para la investigación en Información Geográfica.

Este interés en los Sistemas de Información Geográfica demuestra la importancia creciente que se le ha conferido a la información espacial en todos los procesos que impliquen la toma de decisión.

De los elementos que influyen en los SIG, el hardware es el de más dinamismo. Las características de los equipos se perfeccionan y modifican a toda velocidad. Crecen las capacidades de memoria, la velocidad de la memoria interna y disminuye el tamaño físico de los equipos.

El desarrollo de nuevos software no tiene el mismo ritmo. Frank, A et al. (1994) señala que según el Dpto. de Defensa de los EE UU, sólo el 10% de los software puede utilizarse tal y como se entregue, mientras que el 50% más nunca llega a concluirse convenientemente y que en general, no se perciben logros novedosos en la ingeniería de software.

Los datos constituyen el elemento fundamental en un SIG, pues su entrada constituye la parte más ardua de la implementación de un sistema. Marble (1984) señalaba "el principal problema en la operación de muchos problemas científicos y operaciones de tratamiento de información espacial, es la entrada de datos".

Una característica de los datos con relación a otros elementos del SIG es su permanencia. Si actualmente el ciclo de vida del hardware es de 3 a 5 años y el del software de 7 a 15, el ciclo de vida de los datos suele ser mucho más largo: por ejemplo

los datos que describen parcelas pueden permanecer sin alterarse durante décadas.

Frank K. A et. al (1994) señala las proporciones en que los datos del hardware, el software y la información espacial influye en un SIG como una relación 1:10:100 aunque quizás sea exagerada esta apreciación, de cualquier forma el costo de recoger información espacial y mantenerla, es muy alto.

Veamos el pronóstico del Profesor Rhind (1987) sobre la influencia relativa prevista para los componentes que intervienen en un SIG, que el desarrollo actual parece ir confirmando.

Por lo pronto, se ha trabajado poco en la elaboración de criterios de calidad y validez de los datos originales. Beard (1991) señala la necesidad de formalizar estos criterios para poder incorporarlos a los nuevos software.

En general, el ritmo de desarrollo que nos impone la tecnología avanzada más rápidamente que el pensamiento cartográfico y corremos el riesgo de retrasarnos en esta carrera y que otras personas sin preparación geográfica ocupen nuestro lugar, y lo que sería pero, que con la simplicidad aparente que introduce el ordenador se realice una manipulación incorrecta de la información geográfica.

En nuestra opinión es en el campo de la información, en su normalización y adecuación a las nuevas tecnologías, donde debe dirigirse nuestro pensamiento teórico.

Núñez de las Cuevas (1993) señalaba: "El hecho geográfico que constituye el tema se representa por datos que el cartógrafo debe transformar en símbolos, teniendo en cuenta la naturaleza espacial del fenómeno a representar y la naturaleza de los datos que representan el fenómeno".

Es en la naturaleza de esos datos a los cuales estamos habituados a comprender y a transformar en símbolos, donde debemos profundizar para adecuar su expresión a las nuevas posibilidades.

Taylor (1985) señalaba "que el mayor desafío lanzado a la Cartografía no repasa sobre la enseñanza o aprendizaje de las nuevas técnicas sino sobre un concepto radicalmente nuevo para nuestra disciplina".

Es evidente que el nuevo siglo nos encontrará frente a una computadora ejerciendo nuestro trabajo, quizás todavía para finalmente editar un mapa en papel, pero con modos radicalmente diferentes de tratamiento y análisis de la información.

Las técnicas de visualización, sector de la información gráfica que comienza a introducirse en la cartografía, permitirán posibilidades más allá de los actuales desafíos de los SIG. Mapas animados con sonido, imágenes, modelización dinámica, aplicación de la realidad virtual, ya no fantasías sino hechos concretos que penetrarán rápidamente en el mundo de la cartografía. Los mapas y atlas multimedia pueden representar un futuro. El concepto de tales obras implica "la visualización de la información, la esquematización, el análisis comparativo, la clasificación, la animación, la modelización dinámica, la proyección, la navegación

" LA TIENDA VERDE "

C/ MAUDES Nº 38 - 28003 - MADRID

TI.: 533 07 91 533 64 54

Fax: 533 64 54

"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"

ción aleatoria el hipertexto, las bases de datos y el tratamiento interactivo" Guay, L: 1990.

Independientemente de las diferencias de enfoque entre lo cognoscitivo y lo comunicativo, nunca el cartógrafo dispuso de tantos medios para lograr sus propósitos. Posiblemente el futuro esté en la simbiosis de las tecnologías sofisticadas con la percepción intuitiva del entorno y de las relaciones espaciales de fenómenos a que estamos habituados. Taylor (1991) señala "que la comunicación cartográfica adquiere una nueva importancia en la era de la informática", pero pensemos que no es sólo a través de la comunicación que reconceptualizaremos nuestra ciencia, sino evaluando profundamente la esencia del conocimiento geográfico, que son los datos, y los adecuemos a las nuevas opciones.

BIBLIOGRAFIA

- Baranski, N. N Preobradzhenski A.(1985): Cartografía Económica. UH
- Beard K. B et al. (1991) Visualización of the quality of spatial information. Technical Report on the National Center for Geographic Information and analyze, EEUU.
- Benedic, F. O, (1989); For the real object to the object of cognition on the conception a new generation of AN. Report XIV Conference ICA, Budapest, (301-302).
- Berliant, A. (1966): Problemas actuales de la Cartografía y de la utilización de los mapas. UH.
- (1978) Papel de método cartográfico de investigación en la geografía. Sistema de métodos de análisis de los mapas. Métodos cartográficos de investigación. Universidad de Moscú. Pág. 29.
- (1986) Modelación cartográfica. Principios de la Modelación. Particularidades de los modelos cartográficos. Imagen del Espacio: Universidad de Moscú. p 32-57 (en ruso).
- (1987) Problemas actuales de la Cartografía y utilización de los mapas. Conferencias. Universidad de la Habana. La Habana.
- Bertin, J. (1967) *Semiologie Graphique*, París.
- Dangermond, J.: (1983) A clasification of software components commonly used on Geographic information System. Peuquet D OCallagaham. J. (Edit). New York, p 1-49.
- Díaz, L.R.: (1987) *Sistemas de Información Geográfica*". Conferencia Instituto de Geografía, ACC.
- FAO: (1987) "Perspectives offertes per les systemes d'Information Geographique pour l'amenagement rural dans les pays in development". Forum Interational de Linstrumentation y de Linformation Geographiques, Lyon, Rappor #3, 46-94.
- Filippovich, L. S. (1983) Modelación cartográfica de los sistemas territoriales recreativos. Ed. Nauka. Academia de Ciencias de Rusia. Moscú.
- Frank A. (1994) Perspectivas de la Tecnología de los SIG en los noventa. *Micro STATION*, Julio, Agosto. Pag. 16-17.
- Guptill S. C; Stan, L. E. (1984) The future of cartography in the Información age. ICA Commission C. *Computes assisted Cartography Research and Development Report* Compiled b LE Stan pp 1-15.
- Guay, L. (1990) *A multimedia. Atlas National, Atlas Informativo. Service Opportunities Seminar*, Ottawa.
- Jupe, D. (1987) The New Technology: Will cartography need the cartographer? *The Canadian Surveyor*. pp 341-346, Vol. 41 #3.
- Marble, D, Lauzon, J. (1984) Development of a conceptual model of the manual digitizing process. M-MC Granaghem (Edi) EEUU 1-15.
- Mosquera, C.(1992) *Sistemas de Información Geográfica*, México Pag. 63.
- Núñez de las Cuevas, R (19) *Atlas Regional: Lenguaje cartográfico y nuevas orientaciones. Series geográficas. Dpto. de Geografía. Universidad de Alcalá de Henares, Vol 3 pp. 9-12.*
- Rhind, D. (1987) Socioeconommic aspects of Geographical Information and its Local. Regional and National USE. *Forum International 36, Lyon. Synthesis #17 pp 207-217.*
- Rudenko, L. G. (1982) La modelación cartográfica de los Sistemas Regionales de producción socialista para fines de Planificación Territorial. Principios generales y etapas principales. II *International Cartographic Conference. Varsovia. Polonia (inglés).*
- Salitchev K. (1960) *Atlas Nationaux, Leningrado. Editado por la Acad. de Ciencias de la URSS.*
- Salichev K. (1979) *Cartografía. Ed. Pueblo y Educación, La Habana.*
- Sancho Comins, J. "Atlas Temático Regionales" Opciones sintácticas.
- Taylor, F. (1985) Conferencia internacional de Cartografía, Perth, Australia. (Citada por Núñez de las Cuevas, Serie Oron. Universidad Alcalá de Henares, Vol. 3 pp 12.
- (1987) The art and science of cartography: The development of cartography development. *The Canadian Surveyor. Vol. 41 # 3 pp 259-272.*
- (1991) Discurso de apertura, Asamblea General de la ACI en Bournemouth. One Base conceptuable pour la Cartographic. De *Novelles Orientation a leere de Linformation.*
- Tikonov, V. S. (1990) Medios modernos de la investigación del Sistema "Sociedad Medio Natural" (traducción).

EL SEGUNDO NIVEL AEROCOMERCIAL EN LA ORDENACION TERRITORIAL ARGENTINA.

Carlos A. Ballistrieri.

INVESTIGADOR DE TRANSPORTE AEREO.
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DE LA
PROVINCIA DE BUENOS AIRES

La Argentina de Aerolíneas

Las ciudades servidas por Aerolíneas Argentinas en 1993 son 34, de las cuales 23 tienen al menos un servicio semanal directo; las restantes son vinculadas a Buenos Aires mediante escalas, siendo al mismo tiempo varias de ellas las que cuentan con vuelos directos -como Mendoza, Neuquén y Comodoro Rivadavia-. Otras, por ejemplo Córdoba, funcionan como "hub" (1) distribuyendo y concentrando pasajeros hacia y desde Jujuy, Salta y Mendoza.

Aquellas localidades conectadas directamente a Buenos Aires aparecerán ordenadas en los primeros lugares por rango tiempo/espacio, alcanzando los más bajos índices de tiempo las que logran recorrer las distancias -ortodrómicas- con menores tiempos de viaje. Santa Rosa, Rosario, Puerto Iguazú, Mar del Plata y Bariloche, en ese orden, son las más cercanas a la Capital Federal en términos de esa ecuación.

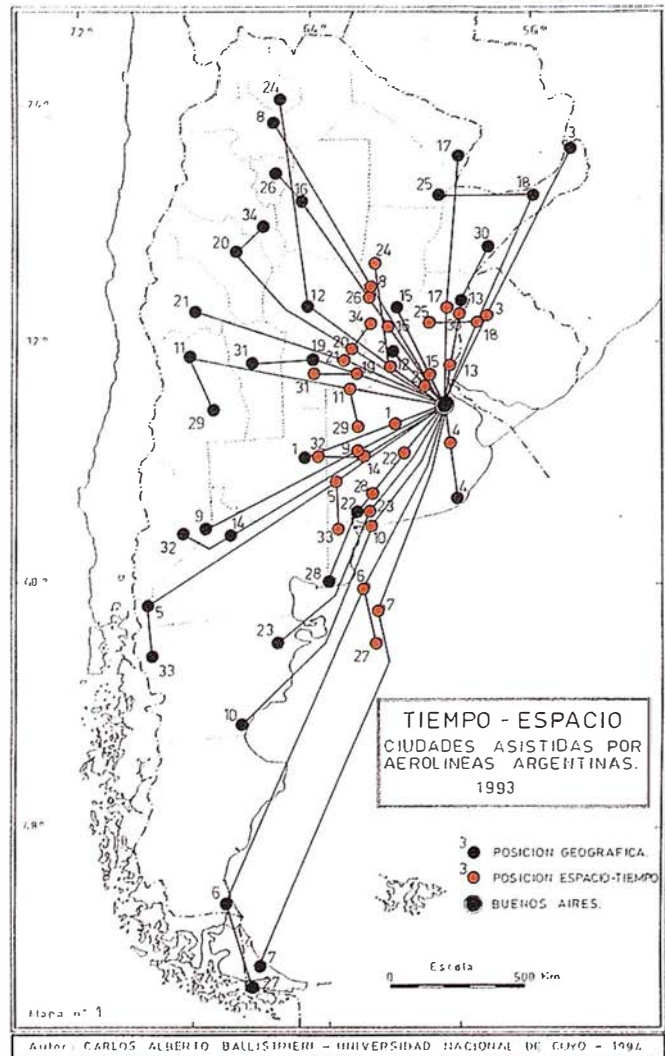
El efecto provocado por las demoras en las escalas intermedias aleja en esta relación a todas las ciudades en cuya conexión se interpone alguna escala; dependiendo del tiempo de duración de la misma y de la distancia que separa los destinos. Catamarca, Esquel, Cutral-Có, San Luis y Paso de los Libres son las más afectadas.

Hemos afirmado en un trabajo anterior (2) que el avión, en base a su velocidad de desplazamiento, achica el espacio geográfico. Hoy lo reafirmamos en este análisis práctico referido al territorio argentino al apreciar la contracción del mismo.

Esta reducción territorial mantiene en lo general una proporcionalidad que comienza a atenuarse una vez las observaciones se realizan detalladamente. Es así que de la nueva localización tiempo/espacio surgen aspectos destacables. Ellos son:

- Forma: permanecen los grandes rasgos de la silueta territorial, apreciándose hundimientos en aquellas zonas carentes de servicios y contrastándose con las dilataciones provocadas por los destinos con escalas intermedias. Estos casos se dan en el oeste y norte del país.

La ruta Buenos Aires/Río Cuarto/San Luis caracterizada por un primer tramo corto -565,1 km.- y un segundo tramo muy pequeño -196,4 km.- para el avión, combinándose con la demora de 20 minutos -casi el mismo tiempo de vuelo del segundo tramo de la ruta- genera como resultado el desplaza-



miento de la última ciudad mencionada constituyéndola en la más occidental de las posiciones tiempo/espacio. En el posicionamiento geográfico más de un tercio de las ciudades servidas están al oeste de San Luis.

Otro caso similar, algo atenuado, se da en la ruta Buenos Aires/General Roca/Cutral-Có.

Una contracción muy apreciable se produce en la Mesopotamia con los vuelos directos a Puerto Iguazú y Posadas, continuando este último a Resistencia que también es acercada a Buenos Aires pero no a la capital misionera, consecuencia siempre de la demora en la escala intermedia y del corto trayecto entre ambas capitales. Esto es: contracción en sentido norte-sur pero no en sentido este-oeste.

Por último nos referiremos a la región sur del país, donde se destaca el "arqueamiento" patagónico. Esta curvatura se debe a dos causas: la primera es la asistencia con vuelos

directos a las localidades ubicadas sobre el litoral atlántico, sobre todo los servicios Buenos Aires/Río Gallegos y Buenos Aires/Río Grande cuya mayor distancia permite rangos 6 y 7 (ver mapas nº 1 y 2) en la dimensión tiempo/espacio; en segundo lugar la ruta Buenos Aires/San Carlos de Bariloche/Esquel acerca a ambas a la Capital Federal pero no sucede lo mismo entre ellas debido a la escala intermedia y la corta distancia geográfica que las separa, formándose una articulación rígida -adviértase que Esquel se ubica en el penúltimo lugar en el rango tiempo/espacio- que constituye el "arqueamiento". La ausencia de vinculaciones aéreas directas o con escalas en el sudoeste de la región no permite determinar un análisis más profundo. Más que la reducción interna de su territorio, la metodología empleada permite revelar el acercamiento de las ciudades patagónicas considerado respecto a la Capital Federal.

- b) Proporción: seguidamente haremos referencia a la relación entre el dimensionado del nuevo territorio producto de la red de rutas de Aerolíneas Argentinas y el territorio geográfico.

Intervienen en su conformación aquellas ciudades que forman parte de la red, pero son muy notorias, además, aquellas zonas del país que no son atendidas; en ellas se producen contracciones no representativas de un achicamiento espacial, sino más bien por contraste entre destinos cercanos con conexiones directas en unos casos y con conexiones indirectas en otros.

Así por ejemplo se da que entre la ruta Buenos Aires/Río Cuarto/San Luis -analizada precedentemente- y la ruta Buenos Aires/General Roca/Cutral-Có, ambas con una escala intermedia y un tramo final muy corto, se provoca un "hundimiento" acentuado porque entre ambas la ruta Buenos Aires/Mendoza es directa y si bien el vuelo continúa hacia San Rafael, la dirección del mismo cambia hacia el sudoeste.

Por otra parte, la ausencia de servicios en la parte central-norte del país determina un aplastamiento que no debe interpretarse como acercamiento a Buenos Aires puesto que, por el contrario, para aproximarse requiere de conexiones aéreas.

Considerando ahora el sur del país se ve claramente, además de lo mencionado en el inciso anterior, un "agrandamiento" relativo en la Patagonia meridional, con toda evidencia en la provincia de Tierra del Fuego. En ella, la existencia de un servicio directo a Río Grande y otro indirecto a Ushuaia -con escala intermedia en Río Gallegos- genera el distanciamiento entre ambas ciudades fueguinas en la relación tiempo/espacio.

Resumiendo: el país se estrecha en el oeste, en su parte central; en el norte, básicamente la Mesopotamia; y en el sur, aunque con ensanchamientos también en el oeste y extremo

sur, lo que conduce al cambio de proporciones territoriales observadas en el mapa nº 2.

- c) Deformación: sobre este aspecto, en íntima relación con los dos anteriores, solo queremos hacer notar los cambios generales sufridos en las formas de las provincias y en especial la particular deformación de San Luis, el más claro ejemplo de "estiramiento" en términos de tiempo/espacio cuando se trata de vuelos cortos con escalas intermedias.

La Argentina de Austral

En 1993 Austral Líneas Aéreas S.A. brindaba servicios a 22 ciudades del interior del país, 14 en forma directa y el resto se comunicaba con escalas intermedias. Algunas de las primeras también eran atendidas con vuelos indirectos, entre ellas Posadas, Resistencia, Mendoza, Bariloche, Neuquén, Trelew y Río Gallegos.

Rosario y Bahía Blanca cumplen la función de "hub" distribuyendo y concentrando vuelos hacia y desde Corrientes, Resistencia y Tucumán en el primer caso; hacia y desde Neuquén, Trelew y Comodoro Rivadavia en el segundo.

Puesto que las ciudades unidas por vuelos directos a Buenos Aires alcanzaron los índices de tiempo menores, ocuparán los primeros lugares en el rango tiempo/espacio. En efecto, Mar del Plata, Mendoza, Trelew, Salta y Resistencia surgen como las más cercanas a la Capital Federal en la dimensión tiempo/espacio.

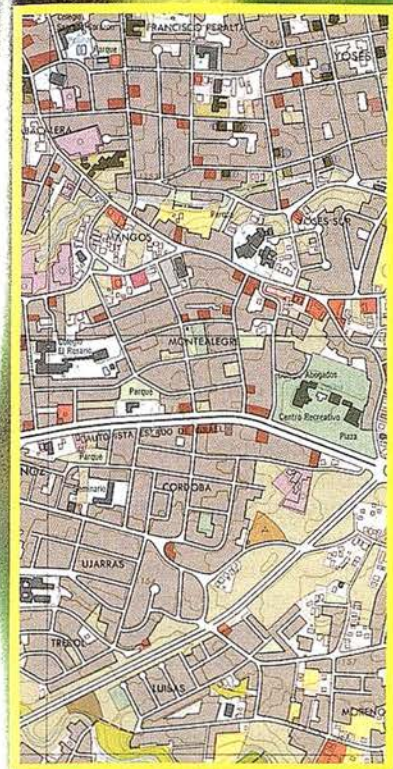
Las demoras producidas por las escalas intermedias afecta considerablemente a esta relación provocando el alojamiento de toda ciudad en cuya ruta se interponga uno o más destinos. Ejemplo de ello son los casos de San Juan, Ushuaia, Puerto Iguazú, Río Grande y Jujuy.

Del mismo modo que para la red de Aerolíneas Argentinas, pondremos ahora atención en la contracción del territorio argentino determinado por los servicios de Austral Líneas Aéreas S.A.

Evidentemente y tal cual viéramos lo sucedido con la aerolínea de bandera, en este caso también se da una reducción proporcional en los grandes rasgos, diferenciándose cuando la apreciación se detalla. Así es que en la localización tiempo/espacio se destacan los siguientes efectos:

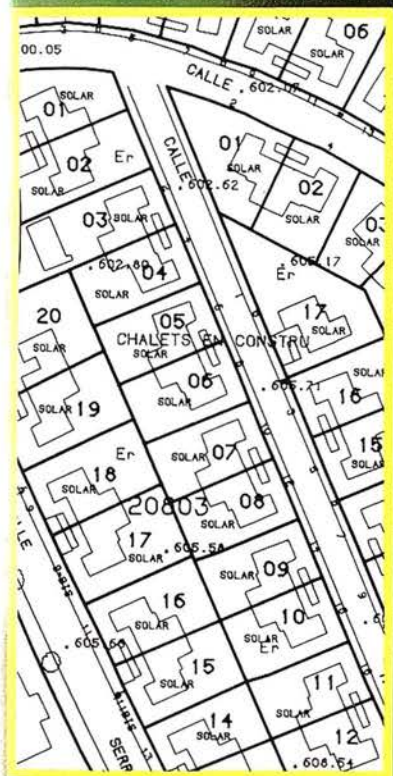
- a) Forma: en este aspecto se mantienen los grandes trazos, con hundimientos en zonas donde los aviones no llegan, notándose especialmente en el oeste -centro y sur-. Los destinos San Juan, con escala en Villa

LA PRECISION ES NUESTRO LEMA



TOPOGRAFIA

CARTOGRAFIA DIGITAL



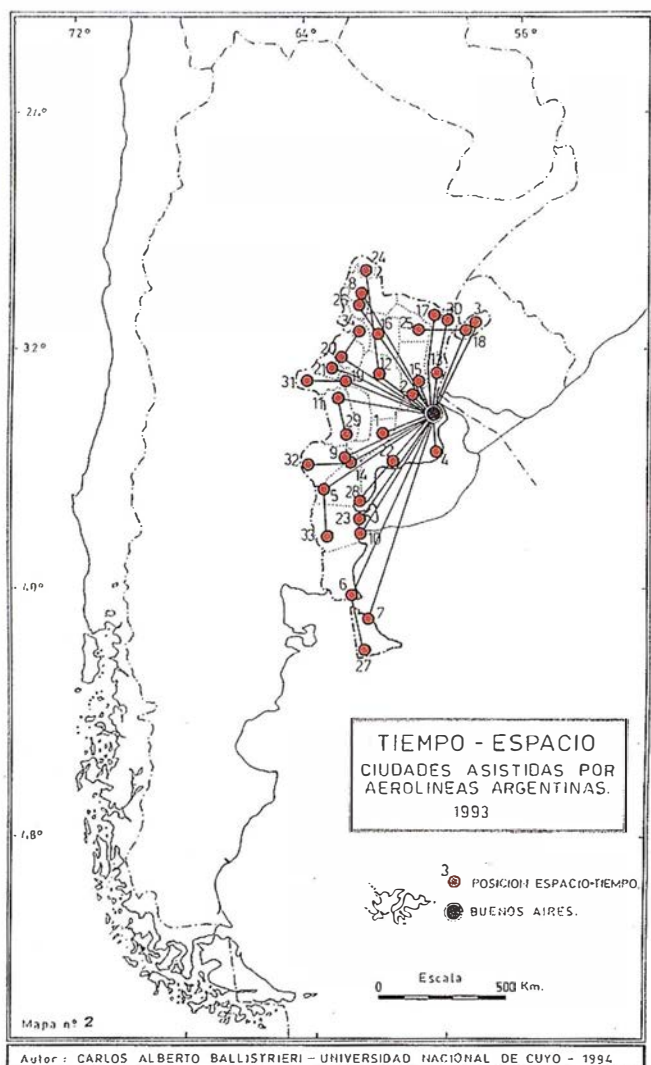
CATASTRO

DIGITALIZACION



Técnicas
Cartográficas
Reunidas

López de Hoyos, 78 Dpdo.
Tel.: 562 19 23
Fax.: 562 23 03
28008 MADRID



Mercedes; Mendoza; Neuquén y Bariloche, estos últimos directos, contribuyen a pronunciar el efecto.

En el nor-este la ruta mesopotámica tiene una escala intermedia en Posadas donde el avión permanece 20 minutos detenido; esta demora se suma al tiempo de vuelo del trayecto siguiente a Puerto Iguazú afectando su índice de tiempo y alejando a esta ciudad hasta la penúltima posición de la escala tiempo/espacio. Así es como el perfil de Misiones se vuelve más prominente.

A pesar del primer rango alcanzado por Mar del Plata el territorio presenta un abultamiento en la costa bonaerense.

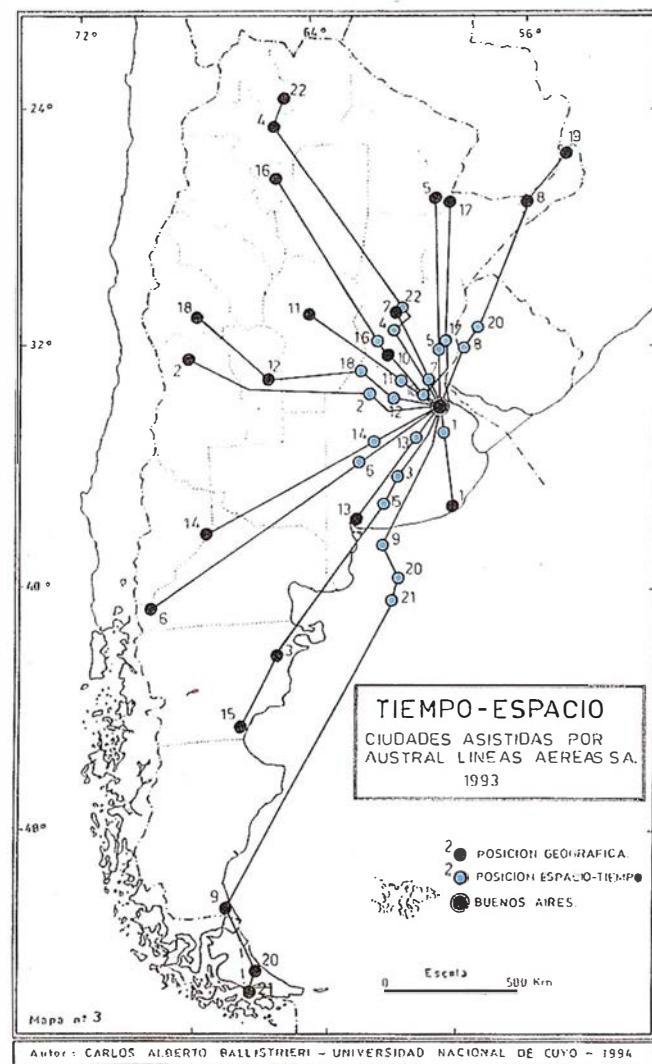
La isla de Tierra del Fuego asimila en términos de la relación estudiada la mayor dilatación, incrementándose sus dimensiones como puede observarse en el mapa n° 4. Con toda evidencia, ello es consecuencia de los tramos en que se compone el vuelo desde Buenos Aires; al arribar a Ushuaia el avión ha cumplido dos esperas de 30 minutos cada una en Río Gallegos y Río Grande, alejando a esta última de su capital provincial.

Sin embargo, en este caso se mantiene recto el eje longitudinal norte-sur del país, desprovisto de toda curvatura, siendo ello posible por los vuelos empalmados que fueron analizados en el párrafo anterior.

Finalmente deseamos hacer notar que la ruta Buenos Aires/Salta/Jujuy acerca a las dos últimas respecto a la primera mencionada pero no entre ellas; la corta distancia que las separa, además de la espera en la escala, coloca a la capital jujeña en el último lugar del rango tiempo/espacio.

- b) Proporción: en cuanto a la relación entre las dimensiones surgidas de la red de rutas de Austral Líneas Aéreas y el territorio geográfico vertimos las siguientes observaciones.

La intervención en la conformación del nuevo territorio tiempo/espacio está dada por todas las ciudades que conforman la red, por una parte; y por la otra las regiones que carecen de sus servicios aéreos. En estas últimas se producen las

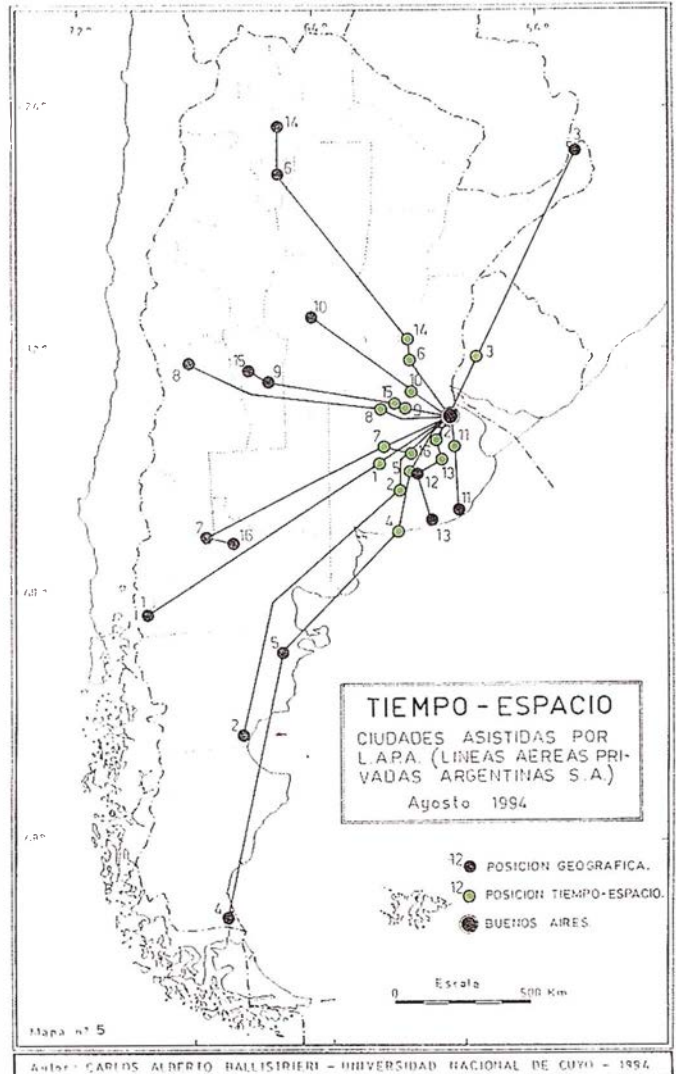
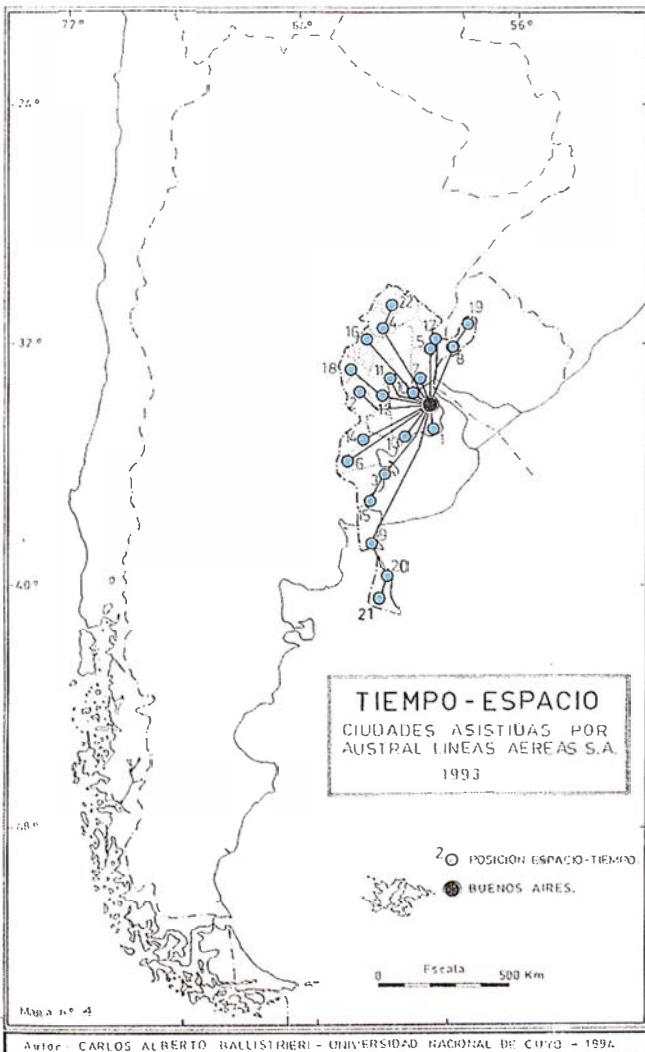


contracciones, que no deben confundirse con el achicamiento territorial capaz de ser generado por el avión.

No existen, en cambio, grandes contrastes consecuentes de los vuelos directos, en un caso, y de los vuelos indirectos en otros. Por consiguiente las proporciones se mantienen, o bien los cambios no son significativos.

Si la finalidad es destacar una región expuesta a los cambios proporcionales, ella es la Patagonia. Aquí dos efectos simultáneos se producen; por un lado el angostamiento transversal debido a la ausencia de servicios en el oeste de la misma; y por otro el alargamiento longitudinal -norte/sur- con su expresión más notoria en la provincia de Tierra del Fuego. Lo dicho se advierte en el mapa nº 4.

c) Deformación: se da todo cambio de formas en los perfiles de las provincias, pero al no existir grandes diferencias en los servicios, en cuanto a escalas con importantes demoras o trayectos extremadamente cortos junto a otros de largo recorrido, no reflejan entonces deformaciones particulares que merezcan un tratamiento más detallado.

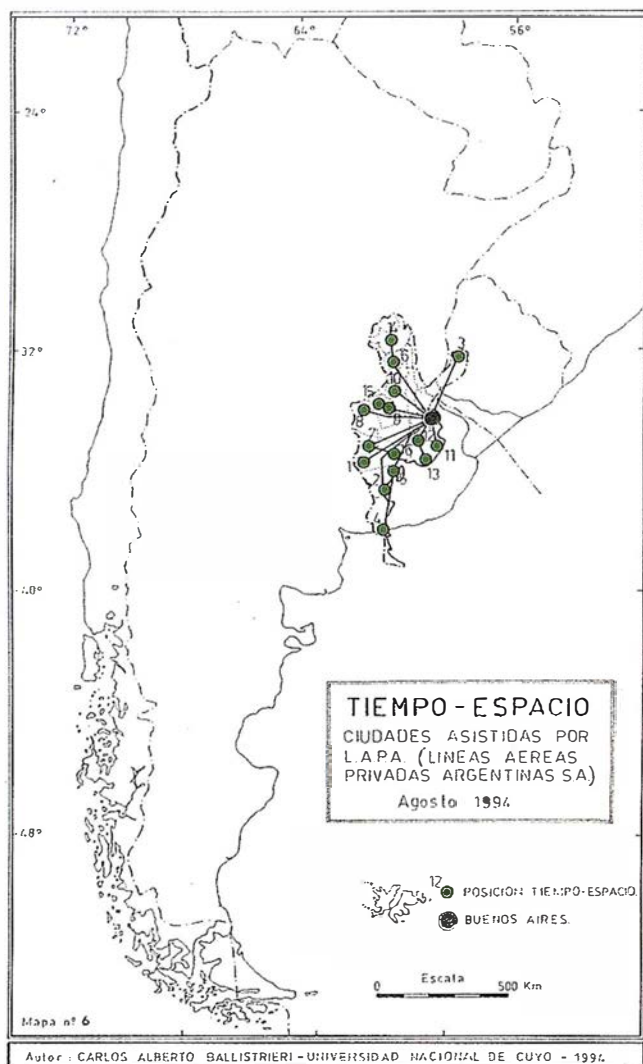


La Argentina de L.A.P.A.

En agosto de 1994 L.A.P.A. (Líneas Aéreas Privadas Argentinas) sirve a 16 ciudades argentinas, 11 de ellas -casi el 70 % del total de la red- en forma directa con Buenos Aires, y a las demás mediante escalas intermedias; estas últimas son Salta, San Luis, General Roca, Río Gallegos y Necochea.

De las localidades que son unidas directamente a la Capital Federal, a excepción de Tandil y Mar del Plata, todas se ordenan en los primeros lugares por rango tiempo/espacio. Las dos ciudades bonaerenses se desfavorecen debido a la incidencia de las cortas distancias a que se hallan del aeropuerto metropolitano.

El mayor achicamiento territorial en términos tiempo/espacio es debido, básicamente, a que la mayoría de los servicios son directos.



Entre las primeras se encuentran, por orden creciente de distanciamiento según el índice de tiempo, Bariloche, Comodoro Rivadavia, Puerto Iguazú, Río Gallegos y Trelew.

Las tres más alejadas, de acuerdo a la dimensión considerada, son Salta, San Luis y General Roca, que además de tener escalas intermedias con sus correspondientes demoras, se encuentran de aquellas a distancias muy cortas, afectando sensiblemente sus índices.

La síntesis de la red de vuelos, relacionando las distancias con los tiempos empleados en recorrerlas arroja por resultado un perfil territorial por demás significativo en cuanto a su achicamiento relativo global, además de lo sugestivo respecto a formas, proporciones y deformaciones. En estos aspectos concentraremos ahora nuestra atención.

- a) Forma: se ve alterada por el efecto de contraste, en este caso muy perceptible, de una serie de rutas directas a pocos centros urbanos distribuidos en las distintas regiones del país con los amplios espacios vacíos de servicios.

Entre las actuales rutas -existen otras solicitadas a la D.N.T.A. (Dirección Nacional de Transporte Aero comercial)- destacamos las que partiendo desde Buenos Aires llegan a Puerto Iguazú; Tucumán/Salta; Mendoza; Bariloche y Comodoro Rivadavia, todas sin escalas intermedias.

El país se "ahueca" en el noreste y noroeste por la combinación de factores señalados, acentuándose porque la conexión entre Salta y Tucumán -corta distancia- no logra estrecharse en términos tiempo/espacio a pesar de aproximarse ambas, de acuerdo a dicho índice, a la Capital federal.

La Patagonia se contrae en ambos sentidos; transversal por la ausencia de servicios en el oeste; y norte-sur por los servicios directos a Comodoro Rivadavia y Trelew, este último continuando a Río Gallegos. Aquí se aprecia con claridad el achicamiento territorial a través del avión, aunque recordando lo reducido de los itinerarios (tierra del Fuego no es servida aún por L.A.P.A.).

Como hemos visto, no siempre el achicamiento del espacio es producto de la presencia de rutas aéreas, sino que en ciertos casos es la consecuencia de su ausencia. No obstante otro fenómeno puede aparecer en la representación gráfica del índice de tiempo de las redes, y es, al contrario de lo esperado, una dilatación territorial en aquellas regiones donde llega el avión. En consecuencia, una vez más, advertimos respecto a las interpretaciones posibles.

A modo de ejemplo destacamos, en la red de servicios de L.A.P.A., el "abultamiento" bonaerense producido por la implementación de las rutas Buenos Aires/Tandil/Necochea y Buenos Aires/Mar del Plata: allí en la existencia de servicios radica la causa.

- b) Proporción: nos detendremos ahora en las observaciones de los efectos territoriales generados por la red de servicios de L.A.P.A.

Del total de ciudades, diez de ellas están ubicadas en lo que podemos denominar faja media, abarcando desde Córdoba en el norte hasta Neuquén en el sur. Su ubicación por índice de tiempos provoca el ensanchamiento central del territorio, tal como se aprecia en el mapa n° 6, adquiriendo un marcado desarrollo este-oeste acentuado por los tres servicios en la provincia de Buenos Aires.

Al norte de esta faja sólo tres ciudades, Tucumán/Salta y Puerto Iguazú conforman dos corredores servidos, quedando vacíos de servicios tanto el este como el oeste y gestando una particular configuración como se aprecia en el mismo mapa.

También al sur son tres los destinos a los cuales llegan los aviones de L.A.P.A., todos sobre el litoral atlántico, gestando,

como puede verse, un claro adelgazamiento patagónico que contrasta con la dilatada faja central.

La autorización de las nuevas rutas solicitadas por la aerotransportista provocará en términos territoriales una nueva conformación, alterándose las proporciones actuales. Su análisis se realizará oportunamente.

- c) Deformación: las mayores distorsiones se presentan en el norte debido fundamentalmente a la escasa presencia de ciudades asistidas. El corredor Buenos Aires/Tucumán/Salta provoca en su entorno los mayores cambios en las formas de las provincias, llegando alguna de ellas a desaparecer en la representación gráfica.

CONCLUSIONES

La distancia ortodrómica entre dos aeropuertos junto a los tiempos de viajes son las variables determinantes de la relación tiempo/espacio que hemos tratado. De la primera debe destacarse la acentuación de la incidencia a medida que las rutas son más cortas debido a que las operaciones de aterrizaje y despegue con sus etapas de aceleración y desaceleración; ascenso y descenso, producen además de un incremento de costos por mayor consumo de combustible, mayores tiempos por unidad de distancia -menor tiempo relativo en velocidad de crucero-. En cuanto a los tiempos desarrollados merece considerarse detenidamente el efecto derivado de las demoras en escalas intermedias; de ellas provienen los más significativos alejamientos reflejados por los índices de tiempo.

Para Aerolíneas Argentinas, con dos tercios de sus destinos asistidos directamente, el territorio tiempo/espacio mantiene los rasgos grandes con algunas afectaciones en aquellos lugares donde no llegan sus aviones, marcadas por las rutas cortas como Buenos Aires/Río Cuarto/San Luis que se alejan en esta dimensión formando lo que es sin duda el rasgo más distintivo junto con la dilatación y arqueamiento patagónico producto de los vuelos directos a los principales centros urbanos.

En el caso de Austral Líneas Aéreas, también con dos tercios de ciudades servidas directamente, conserva las principales líneas del perfil territorial luego de representarse las localizaciones tiempo/espacio; destacándose en la Patagonia la dilatación de su extremo sur, concretamente la provincia de Tierra del Fuego. Es en ella donde las escalas intermedias con sus demoras, en combinación con las grandes distancias de los tramos entre Río Gallegos/Río Grande/Ushuaia "agrandan" la región.

En cuanto a L.A.P.A., que posee igualmente casi dos terceras partes de su red conectada directamente a la Capital

Federal. Futuros servicios a San Juan, La Rioja, Catamarca y a las provincias del noreste cubrirán los vacíos que se aprecian en el mapa resultante. Por otra parte la prestación de servicios a ciudades próximas como Tandil, Necochea y Mar del Plata es lo que genera el "abultamiento" bonaerense.

En síntesis, los principales cambios de forma territorial en las distintas redes de servicios aéreos se deben, en primer lugar a los efectos combinados de las escalas intermedias -y sus esperas correspondientes- con las extensiones de los recorridos, y en segundo lugar a la ausencia de aquellos.

Un comentario final debemos hacer y es referido a la reducción territorial de las redes de cada una de las aerotransportistas que hemos considerado.

Las dimensiones tiempo/espacio de las rutas pueden analizarse únicamente dentro de su propia red. A priori una red que genera un territorio "más chico" no significa mayor achicamiento territorial en la mencionada escala. Ello es debido a que las distancias para la representación gráfica surgen de una ecuación que toma como denominador al índice de tiempo mayor -ciudad más alejada de Buenos Aires- para cada red. Esa es la principal razón de que el territorio de L.A.P.A. sea notablemente menor que los de Austral y Aerolíneas Argentinas.

Sí, en cambio, es viable comparar directamente una ruta cubierta por dos o más empresas a partir de los tiempos de viajes empleados. Estos, además de determinar los índices de tiempo, involucran escalas intermedias y características específicas como tipo y modelo de aeronaves, incidentes directos en el grado de achicamiento de una distancia tiempo/espacio.

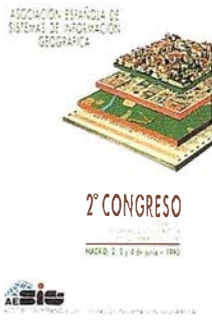
Por último, vistas las características principales de las redes aéreas y su impacto en relación con el ordenamiento territorial, partiendo en sentido inverso, es decir, de las dimensiones territoriales necesarias para un armónico funcionamiento del territorio, podría diseñarse la distancia tiempo/espacio adecuada para cada ciudad a servir y en función del país deseado.

-
- (1) Centro de concentración y distribución de tráfico.
 - (2) BALLISTRERI, Carlos A. "El transporte aéreo de fomento como integrador del interior del territorio patagónico". Aislamiento por la reducción de vuelos de L.A.D.E. a partir de los últimos años de la década del '80. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. 1992, p. 40.

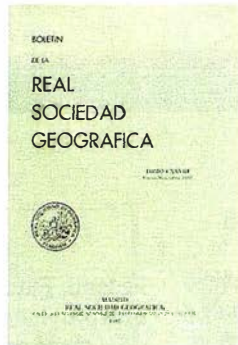
PUBLICACIONES TECNICAS



Título: 1º Congreso S.I.G.
Autores: AESIG.
Precio: 1.000 ptas.
Ref.: 00101



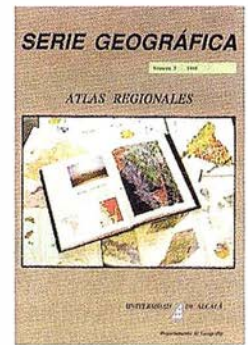
Título: 2º Congreso S.I.G.
Autores: AESIG.
Precio: 1.000 ptas.
Ref.: 00102



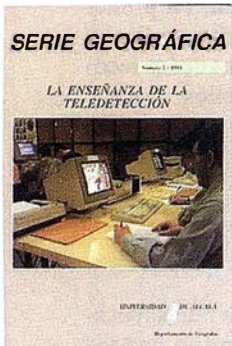
Título: Boletín 1992.
Autores: Real Sociedad Geográfica.
Precio: 1.500 ptas.
Ref.: 00103



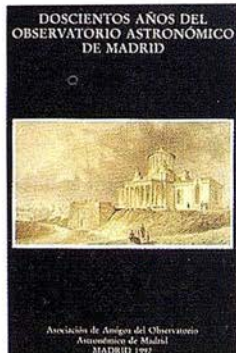
Título: La Geografía de España (1970-1990).
Autores: Asoc. Geográfica.
Precio: 3.000 ptas.
Ref.: 00104



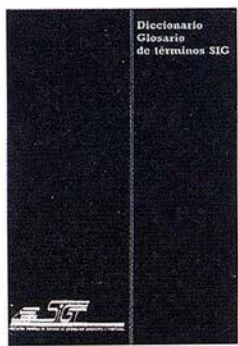
Título: Atlas Reg. Ponencias.
Autores: Univ. Alcalá de Henares.
Precio: 2.000 ptas.
Ref.: 00105



Título: La Enseñanza de la Teledetección.
Autores: Univ. Alcalá de Henares.
Precio: 2.000 ptas.
Ref.: 00106



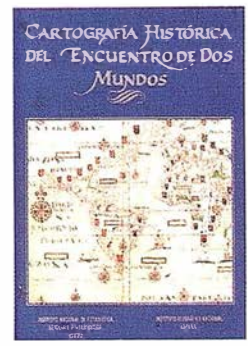
Título: 200 Años del observatorio de Madrid.
Autores: Asoc. Amigos del observatorio.
Precio: 2.000 ptas.
Ref.: 00107



Título: Diccionario Glosario de términos S.I.G.
Autores: AESIG.
Precio: 1.000 ptas.
Ref.: 00108



Título: Anuario de Observatorio Astronómico 1994.
Autores: Inst. Geo. Nacional.
Precio: 800 ptas.
Ref.: 00109



Título: Cart. Histórica del encuentro de dos mundos.
Autores: I.G.N.
Precio: 9.000 ptas.
Ref.: 00120



Título: Ibero América desde el Espacio.
Autores: Cart. Marítima Hispana.
Precio: 9.850 ptas.
Ref.: 00121



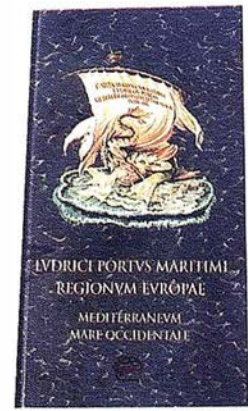
Título: Cartografía Marítima Hispana.
Autores: I.G.N.
Precio: 9.850 ptas.
Ref.: 00122



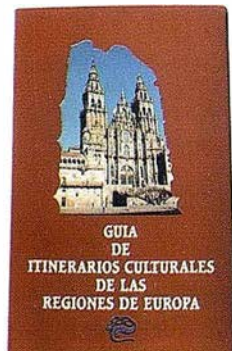
Título: La imagen del Mundo 500 años de Cartog.
Autores: I.G.N.
Precio: 5.000 ptas.
Ref.: 00123



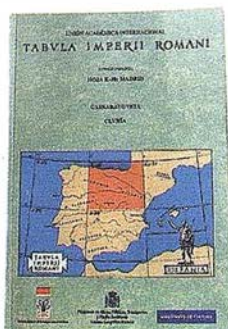
Título: Cartografía de Galicia.
Autores: I.G.N.
Precio: 3.000 ptas.
Ref.: 00124



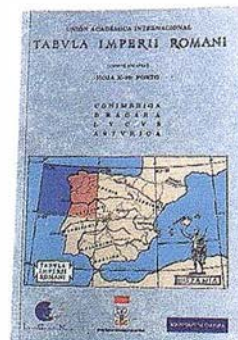
Título: Ludrici portus maritimi regionum europae mediterraneum mare occidentale.
Autores: Delegación del Turismo de la Comisión Intermediterránea de la CRPM.
Precio: 10.000 ptas.
Ref.: 00125



Título: Guía de los itinerarios culturales de las regiones de Europa.
Autores: Delegación permanente para el Turismo de la A.R.E.
Precio: 3.500 ptas.(c/u)
Ref.: 00126 00127



Título: Tabula Imperii Romani hoja K-30 (Madrid)
Autores: I.G.N.
Precio: 2.500 ptas.
Ref.: 00128



Título: Tabula Imperii Romani hoja K-29 (Porto)
Autores: I.G.N.
Precio: 2.200 ptas.
Ref.: 00129



Título: Sistemas de Información Geográfica Digitales.
Autores: Miguel Calvo Melero.
Precio: 4.000 ptas.
Ref.: 00131



Título: La Arquitectura a través del CAD.
Autores: Gustavo A. Jassin.
Precio: 3.000 ptas.
Ref.: 00132

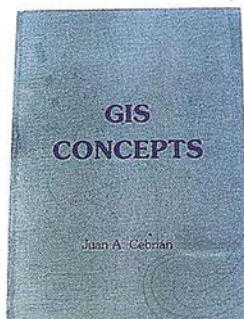
PUBLICACIONES TECNICAS



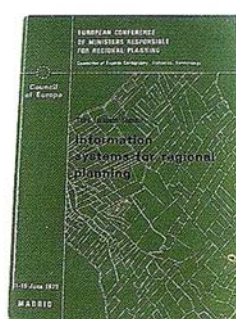
Título: Sistemas de Información Geográfica. Prácticas con PC ARC/INFO e IDRISI.
Autores: Joaquín Bosque.
Precio: 4.950 ptas.
Ref.: 00133



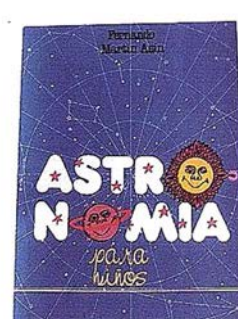
Título: Cartografía Digital. Desarrollo de software interno.
Autores: Juan Mena Berrios.
Precio: 3.200 ptas.
Ref.: 00134



Título: GIS CONCEPTS.
Autores: Juan A. Cebrián.
Precio: 3.000 ptas.
Ref.: 00135



Título: Information Systems for Regional Planning.
Autores: Council of Europe.
Precio: 750 ptas.
Ref.: 00136



Título: Astronomía para niños.
Autores: Fernando Martín Asín.
Precio: 1.945 ptas.
Ref.: 00137

BOLETIN DE PEDIDO A MAP & SIG CONSULTING

Pº Santa María de la Cabeza, 42 -28045 MADRID
Telf-fax: 91-527 22 29 91-528 64 31

Nº. Ref	Cantidad	Descripción	Precio unit.	Total

Entrega de pedidos

Nombre

Empresa

Dirección

Ciudad Provincia C.P.:

Forma de pago, talón nominativo ó reembolso. NOTA: Estos precios son con IVA. incluido. Cargo adicional de 1.000Pts. 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 a favor de MAP & SIG CONSULTING.

Enviar a: MAP & SIG CONSULTING, S.L. - Pº Sta. Mª de la Cabeza, 42 - Of.2 - 28045 MADRID.

Nombre.....

Empresa..... Cargo.....

Dirección..... Teléfono.....

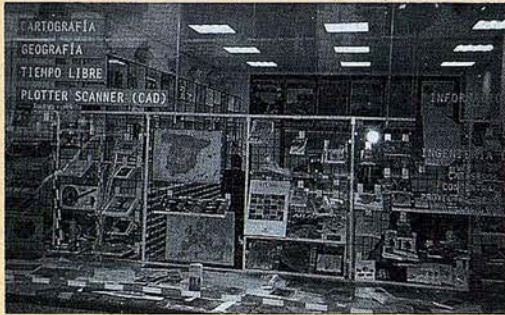
Ciudad..... C.P..... Provincia.....



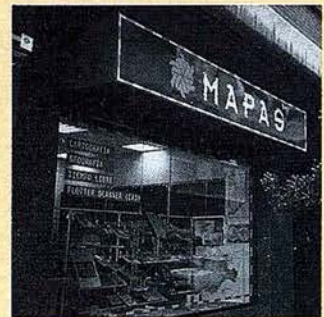
MAPAS

CARTOGRAFIA • GEOGRAFIA • TIEMPO LIBRE

El pasado día 6 de noviembre de 1995, fue inaugurada en Valladolid la tienda MAPAS, que pretende cubrir el vacío que en



Castilla-León existía para un tema tan complejo como son los MAPAS y todo el mundo que les rodea.



La inauguración contó con la presencia del

Director del Instituto Geográfico Nacional que resaltó el esfuerzo que se ha hecho para que Valladolid cuente con la tienda más importante de MAPAS de la región.



LIBRERIA ESPECIALIZADA EN CARTOGRAFÍA Y TIEMPO LIBRE



SOKKIA

Our best for the world

NUEVAS
ESTACIONES
TOTALES

SET2000
SET3000
SET4000

POWERSET

Las nuevas POWERSET de Sokkia

Inteligencia a su servicio para el próximo trabajo

Combinando componentes duraderos y tarjetas de programas de aplicación específica, las nuevas estaciones totales incrementan radicalmente la potencia de medición.

- Reducido tamaño del anteojo que permite utilizarlo más fácilmente.
- Grandes pantallas de fácil lectura que muestran gráficos e información alfanumérica.
- Teclado ergonómico alfanumérico completo con cursor y teclas de función.
- Sistema operativo compatible MS-DOS y tarjetas de programa para aplicación en medidas específicas.
- Gran capacidad de memoria interna que facilita una rápida medición y grabación inmediata de los datos en tarjetas resistentes al agua y al polvo.
- Nuevo diseño del distanciómetro y de la óptica que aseguran una excelente precisión con una amplia gama de reflectores.
- Las funciones de compensación automática mejoran la precisión de medición angular.



Isidoro Sánchez S.A.
Ronda de Atocha 16
28012 Madrid
Spain
Tel.: 01-467.53.63
Fax: 01-539.22.16

Global reach,
Local touch



75 aniversario

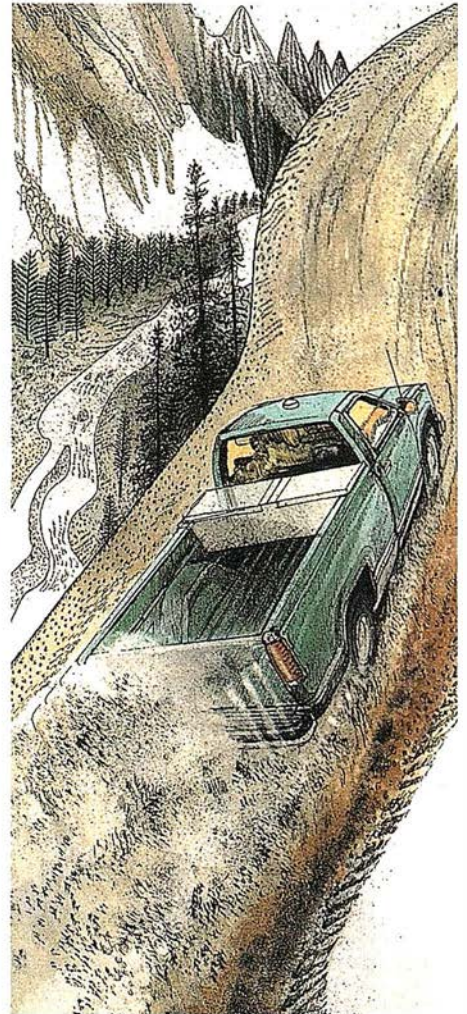
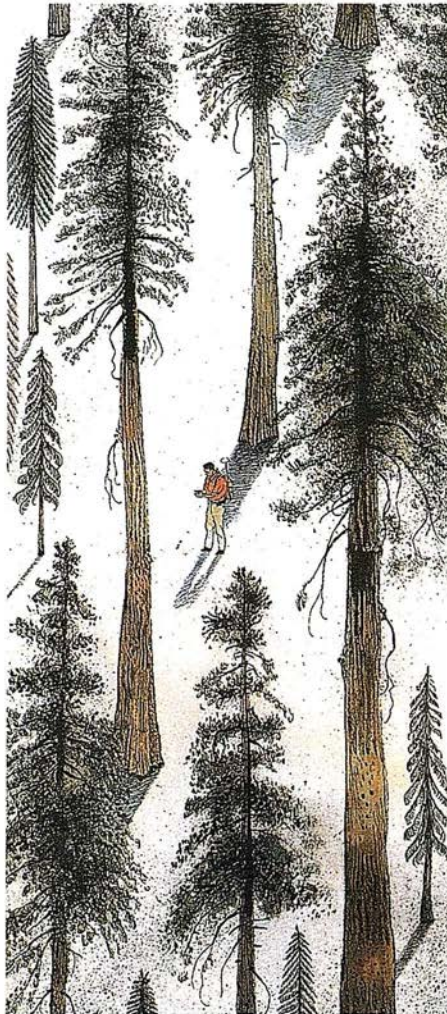
Gracias a su
apoyo y fidelidad.

GPS

CAPACIDAD OPERATIVA TOTAL

El pasado día 27 de Abril de 1.995, el Departamento de Defensa de los EEUU., declaró oficialmente la capacidad operativa total del Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Para nosotros usuarios, esto significa que los administradores del sistema han terminado la comprobación de los 24 satélites actualmente en órbita, que son del tipo de producción de serie,

no experimentales, y han asegurado su funcionalidad operativa. Esto unido al mensaje del Presidente Clinton en la apertura de la reunión de la OACI en Montreal, el pasado 7 de Abril, relativo a la disponibilidad continua de las señales, confirma que el GPS se ha transformado en el instrumento de posicionamiento, navegación y cartografía más poderoso que la humanidad ha tenido hasta la fecha.



Empleando el GPS, Trimble ha diseñado el receptor más versátil de todos los disponibles hoy día, el PRO-XL. Con un tiempo de observación de 1 segundo permite obtener precisiones de pocos decímetros, tanto si se emplea para obtener las coordenadas en tiempo real como en posprocesado. Si trabaja en posprocesado, el usuario puede disponer de los ficheros de la extensa red de Bases Comunitarias Trimble establecidas por

toda España, lo que facilita su trabajo pues solo se tendrá que ocupar de tomar el dato de campo sin preocuparse de los ficheros de referencia. Si desea conocer más detalles de como puede ser más eficiente con el PRO-XL de Trimble y el apoyo de Grafinta S.A., llámenos. Al teléfono (91) 553 72 07. Puede ser mucho más productivo, eficaz y rápido, y por lo tanto más rentable. Grafinta S.A. Avda. Filipinas, 46 - Madrid 28003. Tel. (91) 553 72 07, Fax (91) 533 62 82.