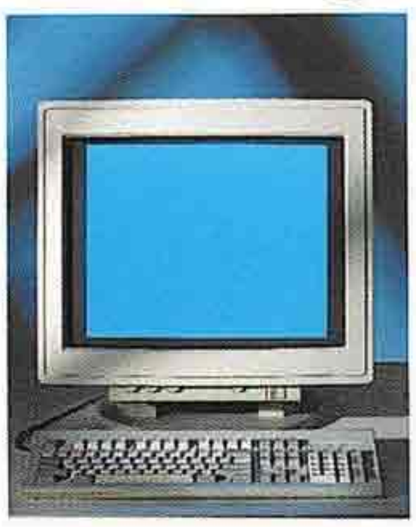
TOPOGRAFIA y CARTOGRAFIA

TOPCART REVISTA DEL COLEGIO OFICIAL DE
INGENIEROS TECNICOS EN TOPOGRAFIA

PÜTZ

SIEMENS
NIXDORF

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". Anticípese 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

Topografía y Cartografía

REVISTA DEL ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TECNICOS EN TOPOGRAFIA

SUMARIO:

Pág.

LAS ESTACIONES TOPOGRAFICAS TOTALES CONTRIBUYEN AL ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE LA MANIOBRABILIDAD DE LOS REMOLCADORES 9
Enrique Cueto Puente

CARTOGRAFIA HISTORICA DE ANDALUCIA ... 17
Joaquín Cortés José

EL DESARROLLO CARTOGRAFICO DE LOS AÑOS NOVENTA 23
Ramón M. Lorenzo

XX CONGRESO DE LA FIG 33

EL CALCULO Y MANTENIMIENTO DE LA ALINEACION TRIDIMENSIONAL DE RAILES Y CAMBIOS DE VIAS 38
J. Bahndorf, F. Gielsdorf, L. Gründig

EL ENLACE FERROVIARIO BRITANICO-FRANCES, A TRAVES DEL TUNEL BAJO EL CANAL DE LA MANCHA: ESTRATEGIAS, PLANIFICACION, INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTES . 47
Robert Home

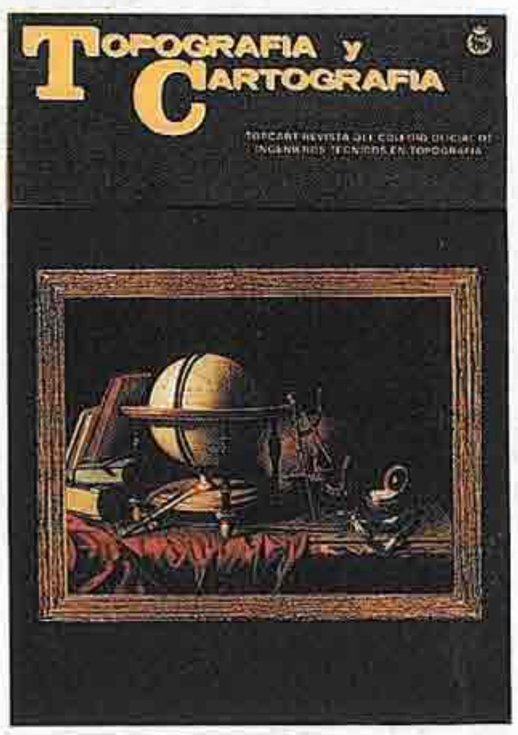
INDICE COMERCIAL..... 55

CONSIDERACIONES SOBRE LA DIDACTICA DE LA FOTOGRAMETRIA 56
Javier Gómez Lahoz

VIDA PROFESIONAL 68

NUESTRA PORTADA

"Vanitas", de Pieter Gerritsz van Roenstraten.
Frans Halsmuseum, Haarlem, Holanda.



Vol. XI - N.° 64
Septiembre-Octubre 1994

CONSEJO DE REDACCION:

Junta de Gobierno del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía

*

DIRECCION, REDACCION, ADMINISTRACION Y PUBLICIDAD

Avenida de la Reina Victoria, 66, 2.° C
28003 Madrid
Teléfono 553 89 65
Fax: 533 46 32

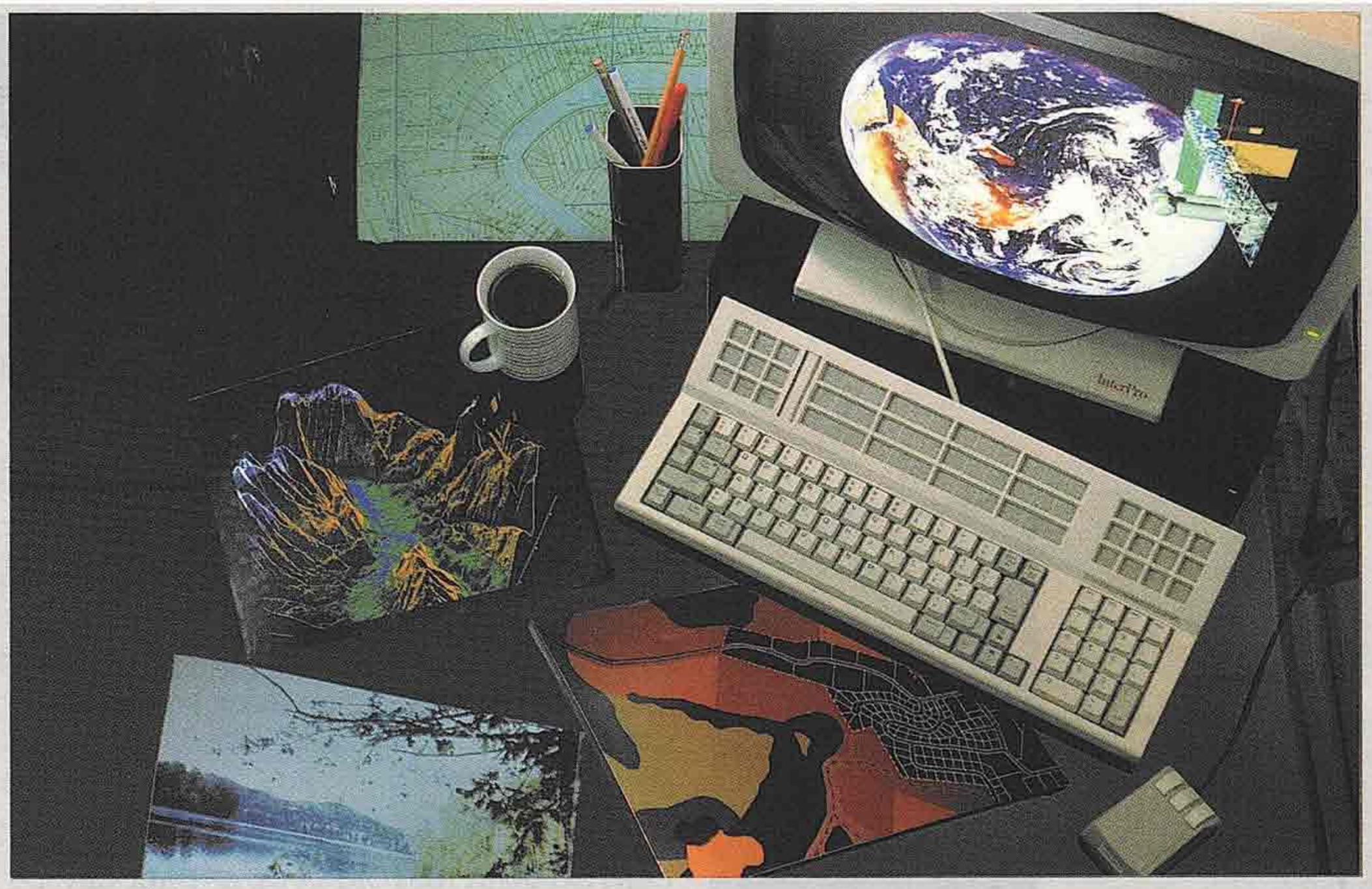
Depósito Legal: M-12.002-1984
ISSN: 0212-9280
Título clave: TOPCART Topografía y Cartografía

Fotocomposición e impresión: COMPRINT, S.L.

Los trabajos publicados expresan sólo la opinión de los autores y la Revista no se hace responsable de su contenido.

Prohibida la reproducción parcial o total de los artículos sin previa autorización e indicación de su origen.

Esta revista ha sido impresa en papel ecológico



Sistemas de Gestión Sobre Bases de Datos Gráficas

Topografía, Fotogrametría, Cartografía, Procesos de Imagen. Cuando se va a crear un sistema de gestión de información técnica en un SIG, Intergraph es tan versátil como Vd. desee.

Todo lo que Vd. necesita en un sistema modular abierto: Iniciar un análisis completo de SIG; integrar datos de accesos de distinta naturaleza a distintas bases de datos relacionales: análisis raster; integración de redes lineales de imágenes; incluso, producción de salidas de alta calidad.

Con sistemas de gestión de información como el nuestro, su compañía puede enlazar proyectos entre departamentos, compartiendo recursos y conservando integradas las distintas fases de un proyecto.

¿Arquitectura de sistemas abiertos?. Absolutamente. Con más de 20 años de experiencia integrando tecnologías, Intergraph le ofrece la mayor gama de opciones existentes en el mercado.

Flexibilidad de adaptación a cualquier aplicación gráfica: Ningún otro sistema le permite integrar tal grado de paquetes de aplicaciones (COTS).

Líder internacional. Intergraph es el líder como proveedor de sistemas gráficos interactivos a los gobiernos de todo el mundo. Somos una compañía integrante del FORTUNE 500 y somos los principales proveedores de sistemas SIG en el mundo entero. Si Vd. desea mayor información, contacte con nosotros en el teléfono (91) 372 80 17, Dpto. Comercial.

INTERGRAPH

Everywhere you look.

Authorized ADP vendor on the GSA schedule.

Intergraph® es una marca registrada y Everywhere You Look es una marca registrada de Intergraph Corporation. Otras marcas y productos nombrados son marcas registradas de sus respectivos propietrios. Copyright 1990 Intergraph Corporation, Huntsville, AL.

INTERGRAPH ESPAÑA, S.A. C/ Gobelas 47-49 Fax: (91) 372 80 21. 28023 MADRID

NUEVO SERVICIO DE MANTENIMIENTO DE INSTRUMENTOS ELECTRONICOS

Calidad, Garantía y Satisfacción son las soluciones de mantenimiento que Isidoro Sánchez, S.A. ha conseguido reunir en su nuevo servicio.

Isidoro Sánchez, S. A.

PARA MAYOR INFORMACION: 467 53 63

Ronda de Atocha, 16 - 28012 MADRID Fax: (91) 539 22 16

Distribuidor exclusivo de SOKKIA

Un programa con vistas.

Cartomap

EL ÚNICO PROGRAMA DE TOPOGRAFÍA, DISEÑO DE OBRA LINEAL, MINERÍA Y URBANISMO DEL MUNDO, DESARROLLADO SOBRE EL ENTORNO WINDOWS. POR ELLO ES EL PROGRAMA SENCILLO DE UTILIZAR, PERO AL MISMO TIEMPO DE GRANDES PRESTACIONES QUE USTED NECESITA.

EL PROGRAMA HA SIDO DESARROLLADO POR COMPLETO EN NUESTRO PAÍS POR ANEBA.

SOPORTA WINDOWS EN TODAS SUS FACETAS, TANTO ACTUALES COMO FUTURAS (WINDOWS 3.1, PEN WINDOWS, RED LOCAL, WINDOWS 32 BITS, WINDOWS NT).

SERVICIO: INSTALACIÓN IN-SITU, FORMACIÓN, AMPLIA DOCUMENTACIÓN EN CASTELLANO, AYUDA EN LINEA, CONSULTAS TELEFÓNICAS Y OPCIÓN DE TELE-MANTENIMIENTO.

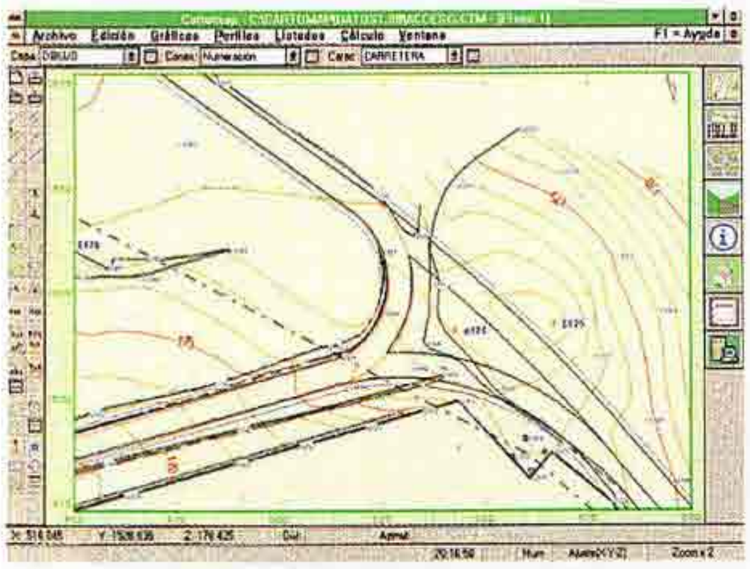
MICROSOFT. WINDOWS.

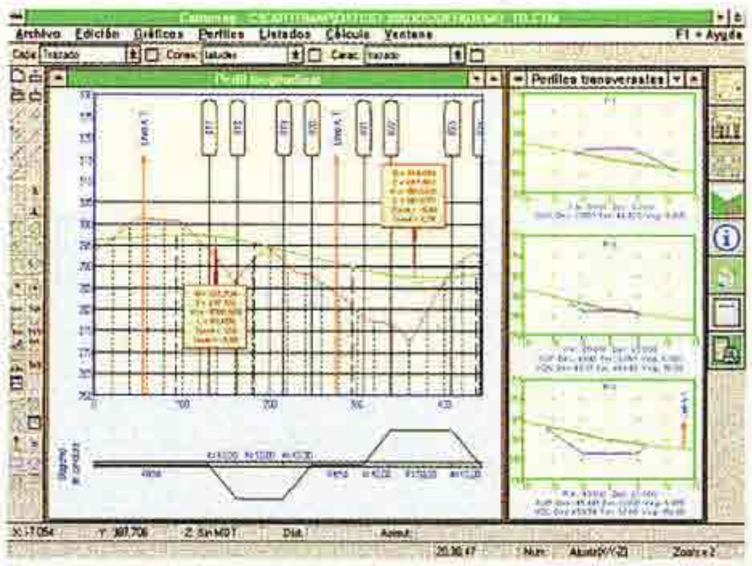
CARTOMAP

MANUALES DEL USUARIO Y DE REFERENCIA EN CASTELLANO.

SOCIETAT DE DISSENY

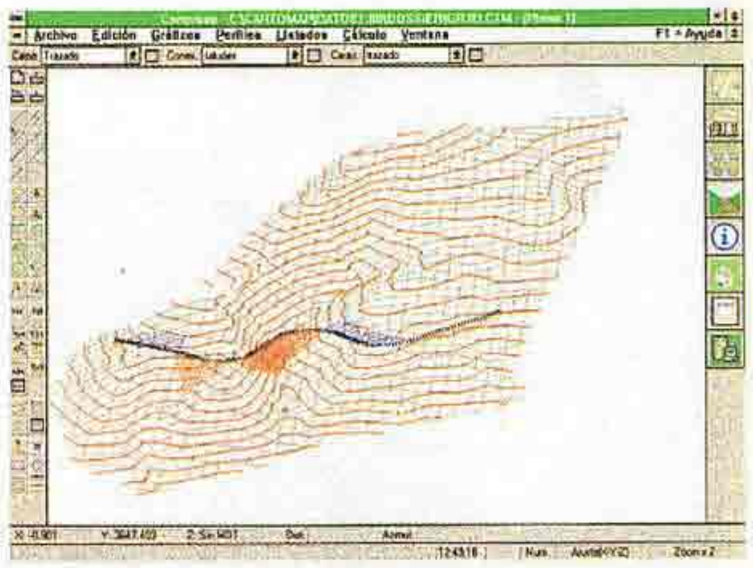
- Visualización en 2D: Con indicación de puntos, curvado y todo tipo de dibujo (Rectas, Arcos, Clotoides, Marcas, Textos, Símbolos, Taludes).

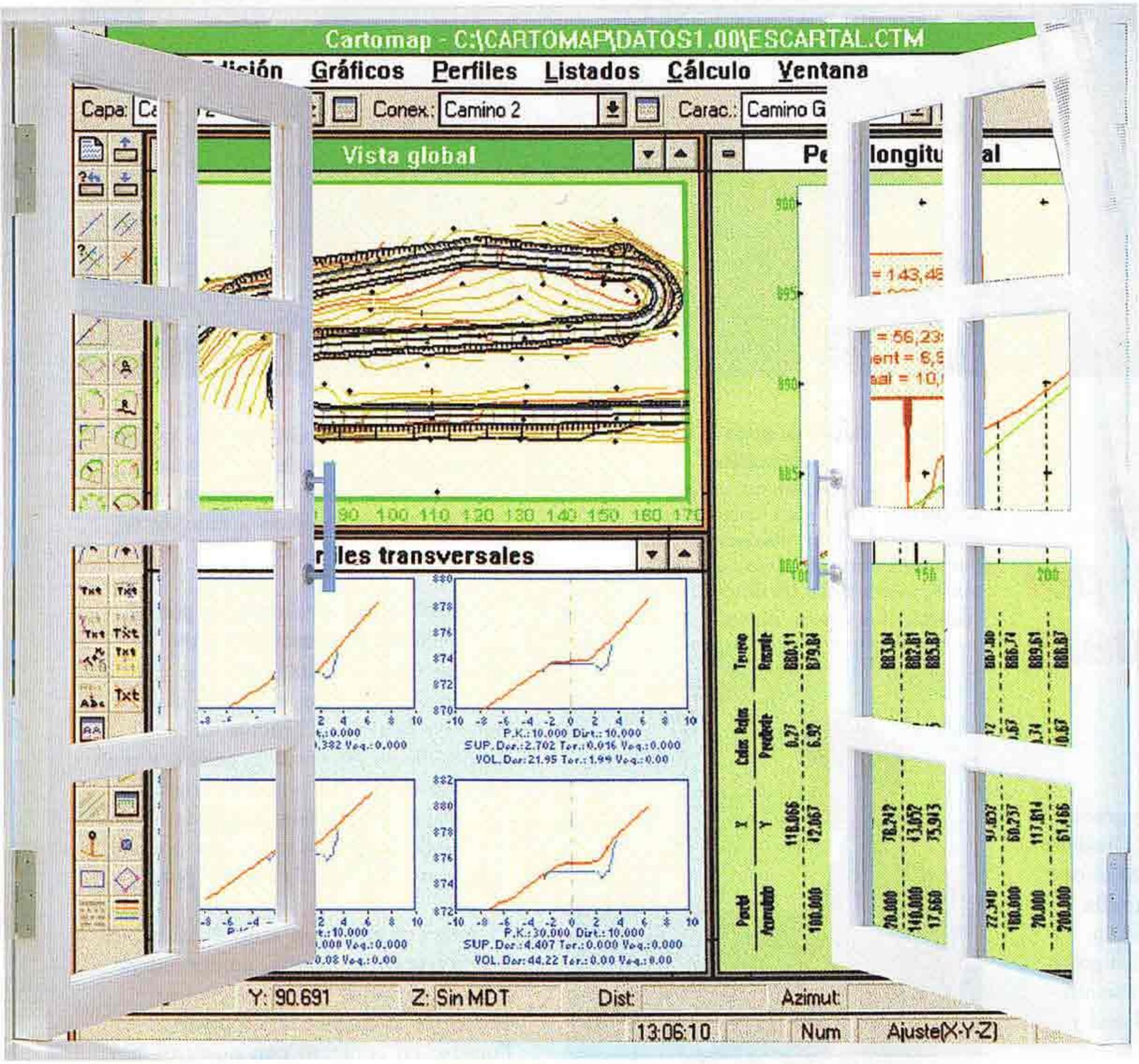




- Perfiles longitudinales y transversales: Definición de varias rasantes y secciones tipo multicapa con peraltes y anchos variables.

- Visualización en 3D: Para realizar estudios de impacto ambiental.





- Topografía analítica: Compensación de poligonales, cambio de sistemas de coordenadas, cálculo de coordenadas UTM...

- Autocroquis: Generación automática del croquis en base a la codificación de datos realizada en campo.

- Trazado: Resolución gráfica y analítica de más de 50 tipos de enlaces entre alineaciones rectas, curvas y recta-curva.

- Volúmenes: Cálculo por cualquiera de los métodos, perfiles transversales, malla reticular o prismatoides.

- Módulos: Programa modulado para escalonar su inversión en función de su crecimiento.

- Listados: Vista preliminar de los listados con salida hacia cualquier periférico u otros programas del entorno Windows.

- Comunicaciones: Libretas electrónicas, mesas digitalizadoras, ficheros (ASCII, DXF, Restitución)

ANEBA

Abrimos ventanas al futuro.

C/. NICARAGUA, n.º 48, 2.º 6.ª - 08029 BARCELONA
TEL.: (93) 410 39 14 - FAX: (93) 430 27 69

Por fin, un sistema GPS desarrollado por topógrafos para topógrafos

¿Le parece complicada la topografía GPS? No tiene por qué serlo. Olvídese de todo lo que haya visto hasta ahora, Geotracer 2000 pone la topografía GPS al alcance de la mano. Ahora podrá usar los satélites para poligonación, recopilación de datos y fijación del control. Con rapidez, facilidad y precisión.

Así se hace la poligonación (estática)

Estacione el instrumento, introduzca la tarjeta de memoria y pulse una tecla. El sistema se encarga del resto. No hay unidades externas conectadas por cables. Tanto la antena como la alimentación de energía están incorporadas. ¡Es así de fácil!

La recopilación de datos es igual de fácil (cinemática)

Coloque el receptor en un jalón telescópico y tendrá un sistema para topografía móvil. Una unidad de mando le permite controlar todas las operaciones y puede almacenar fácilmente todos los códigos numéricos de los puntos.

Utilización de datos flexible

Una tarjeta de memoria o "tarjeta inteligente" facilita la transferencia de datos entre el receptor y el PC. Las secuencias de medición previamente programadas y todos los datos de los satélites están almacenados en la tarjeta, que tiene una capacidad de almacenamiento de 20 Mb. Gracias a la tarjeta inteligente, no necesitará preocuparse nunca de escasez de memoria ni de pérdida de datos debido a fallo de las baterías.

Un software especializzado que pone el sistema al alcance de la mano

Geotracer System 2000 dispone del software para topografía GPS más rápido y flexible del mercado, concebido en un entorno gráfico y para uso con ratón. Un potente programa de software para manejar los datos de topografía le guía paso a paso por una rutina preprogramada simple pero eficaz.

Una vez que haya visto el hardware y el software en acción, comprenderá por qué decimos que el sistema se encuentra al alcance de la mano. Póngase en contacto con nosotros hoy mismo, para experimentar la topografía de vanguardia que le proponemos.

Geotronics

Geotronics AB
Box 64, S-182 11 Danderyd, Sweden.
Telephone +46 8-622 10 00
Fax +46 8-753 24 64

PHODIS

Es la entrada a la fotogrametria digital y constituye el software básico para el nuevo **sistema de producción de ortofotos digitales**.

Los componentes

- **PhotoScan** PS1, el scanner fotogramétrico de precisión
- El paquete de software para producir ortofotos digitales en ordenadores de SILICON GRAPHICS
- El paquete de software TopoSURF para la generación automática de modelos altiméticos digitales
- Impresora de trama y Colour Proofer para la salida gráfica

Carl Zeiss – Cooperación a largo plazo

Las ventajas

- Calidad perfecta desde el digitalizado hasta la salida de ortofotos en color y de mosaicos
- Producción de dos hasta cuatro ortofotos por hora
- Producción de ortofotomapas por combinación de datos de trama y vectoriales
- Aprovechamiento de la ortofoto digital en sistemas de información geográfica

Carl Zeiss S.A.
División de Fotogrametría
Avda. de Burgos, 87
28050 Madrid
Tel. (91) 767 0011
Fax (91) 767 0412

Los instrumentos topográficos TOPCON consiguen el certificado ISO-9001

Desde su fundación, TOPCON ha venido desarrollando, fabricando y comercializando instrumentos topográficos empleando la más avanzada tecnología, combinada con conocimientos de óptica, mecánica de precisión y electrónica superior.

La División de productos topográficos de TOPCON consiguió en marzo de 1994 el

Certificado ISO9001 nº 94/3102,

a través del Agente SGS Yarsley International Certification Services Limited.

La categoría ISO9001 es el más estricto de los patrones que componen la serie ISO9000. Se trata de un sistema general de garantía de calidad, de los productos de la marca, incluyendo distribución y asistencia, desarrollo, fabricación y comprobación.

De este modo, al obtener el Certificado ISO9001 queda patente que cumplimos las normas generales de la serie ISO9000 en cuanto a producción internacional y sistemas de distribución.

La División de Equipos Topográficos de TOPCON continuará a la vanguardia en Tecnología y Precisión. En TOPCON nos enorgullece contar con este Certificado que nos anima a seguir trabajando para mejorar, si cabe, todos nuestros servicios y departamentos.

SERIE ISO-9000

La serie ISO-9000 comprende normas internacionales relativas a Gestión y Garantía de Calidad, establecidas por la Organización I.S.O. (International Organization for Standardization), en el año 1987.

La serie ISO9000 se compone de 5 categorías, de las cuales las ISO9001-9003 establecen los requisitos a cumplir por los sistemas de calidad para obtener el Certificado en los 3 niveles:

ISO9000: Pautas del patrón de garantía y gestión de calidad para selección y características. (Informa cómo utilizar las normas ISO9001-9004.)

ISO9001: Sistema de calidad empleado para diseño, desarrollo, fabricación, instalación y servicios ocasionales (en su aspecto más amplio y restrictivo).

ISO9002: Sistema de calidad empleado en fabricación e instalación.

ISO9003: Sistema de garantía que confirma la calidad del examen final.

ISO9004: Elementos de las pautas de gestión de calidad y sistema de calidad (para control de calidad).

TOPCON España S.A. Frederic Mompou, 5 - Edificio Euro 3, 08960 S. Just Desvern - Barcelona. Teléfono: 3 - 473 40 57. Fax: 3 - 473 39 32.
TOPCON España S.A. Delegación Madrid: Av. Ciudad de Barcelona, 81, 1.º - 28007 Madrid - Teléfonos (91) 552 41 60 - Fax (91) 552 41 61
TOPCON Europe BV, Esse Baan 11, P.O. Box 145, 2900 AC Capelle aan den IJssel, The Netherlands, phone: +31(10) - 4 58 50 77, fax: +31(10) 4 58 50 45

LAS estaciones topográficas totales contribuyen al estudio experimental sobre la maniobrabilidad de los remolcadores

Resumen

Las reglas de las Sociedades de Clasificación carecen de normas para evaluar la capacidad de maniobra en los buques remolcadores, aunque en estos momentos están estudiando unos estándares mínimos de maniobras. La mayoría de los estudios experimentales sobre la maniobra de los remolcadores son efectuados por una demanda especifica. En el presente existe una laguna en el conocimiento, tanto de las trayectorias de las maniobras como de las diferentes respuestas por parte de los distintos sistemas de gobierno.

El propósito del presente estudio ha sido obtener y analizar, por metodológicas clásicas topográficas, las trayectorias descritas por un remolcador haciendo una serie de maniobras evolutivas; al mismo tiempo se han analizado los esfuerzos del equipo de gobierno, de manera que se pueda conseguir un criterio de funcionamiento más adecuado.

ENRIQUE CUETO PUENTE

Doctor en Ciencias del Mar
Investigador del Departamento de Transportes y Tecnología de Proyectos y Procesos de la Universidad de Cantabria.

1. INTRODUCCION GENERAL

Los remolcadores, para realizar sus tareas, necesitan cumplir con unas características específicas propias de los buques de su clase, que son: **el tiro y la maniobrabilidad**, además de las normas generales que les exigen igual que a todos los barcos.

El *tiro* es la fuerza que posee el remolcador para arrastrar, dada en toneladas, y medida tirando el remolcador a tracción de un punto fijo, este factor es muy importante para remolcar o empujar y está directamente relacionado con la potencia del motor y el tipo de propulsor, su evaluación se conoce por **prueba del tiro** y los resultados deben alcanzar los valores recogidos en las especificaciones del proyecto y estos se anotan en la actas documentales del remolcador.

La *Maniobrabilidad* se puede definir como la cualidad que permitirá estar al remolcador en la situación y posición idóneas para tirar o empujar, es decir para desarrollar el tiro con el máximo rendimiento. La maniobra al remolcador le permite cumplir con la parte difícil del contrato de remolque y, sin embargo, la evaluación de la capacidad de maniobra no se efectúa cuando sale el buque del astillero, como ocurre con el tiro. Al no existir una regulación que especifique el mínimo de maniobra que debe cumplir, la **prueba de la maniobra** no se recoge en las actas oficiales de las pruebas de construcción.

Los remolcadores son la herramienta de apoyo para solucionar las maniobras del buque mercante en la entrada, salida, atraque, desatraque de los puertos, además de las imprevistas cuando carecen de propulsión o maniobra, bien por avería en sus sistemas de propulsión o de gobierno, por sus dimensiones, por su calado, por las corrientes de las mareas y en otras ocasiones, por los agentes atmosféricos.

Por otro lado cada vez hay más tráfico marítimo y los espacios en los puertos son optimizados para obtener más superficie de atraque, quedando menos superficie para realizar las maniobras.

La saturación de los puertos existentes, ha permitido que se construyan pantalanes en otras entradas de la costa, donde hay necesidad de recibir o sacar mercancías. Los nuevos puertos están sujetos a unas características muy específicas, contemplando la zona de entrada y de atraque con el espacio preciso, para realizar las maniobras, para dar la máxima rentabilidad lo antes posible.

Navegar dentro de los puertos, en aguas limitadas por calado y por paredes laterales, produce la reducción de la velocidad del buque, para una misma potencia de máquinas, e influye notablemente en las cualidades de maniobra.

Las condiciones meteorológicas en que tienen que desarrollar sus funciones, viento, lluvia, niebla y estado del mar, influyen en la dificultad para mantener el rumbo dentro de las enfilaciones o de la carta. El efecto de las corrientes de ríos y de mareas debe también tenerse en cuenta.

Los estudios de acceso de los buques a los muelles demuestran que en las entradas y salidas, estos buques deben de ser remolcados por remolcadores con buena capacidad de maniobra. Todos estos problemas, en los últimos años, han puesto en compromiso a los sistemas de gobierno en los buques remolcadores. La cualidad de poseer un buen gobierno ha adquirido singular magnitud, hasta el punto de que los remolcadores se hacen inútiles y anticuados para las labores que han de realizar.

Toda esta problemática justifica que toda la capacidad de maniobra que tengan los buques es siempre necesaria, debiendo aumentarse, si es posible a los remolcadores que trabajan en estas circunstancias.

La adaptación de la flota de remolcadores a las necesidades actuales, conduce a adquirir las propiedades antes citadas, mediante la reconversión, el desguace u otros medios.

Los pocos estudios de maniobras se realizan a petición de las Administraciones Portuarias, industriales, astilleros, armadores e investigadores, todos ellos tienen carácter particular y, dependiendo la procedencia de la demanda, son considerados de secreto industrial.

Gran parte de estos estudios están realizados sin las herramientas de precisión que se han desarrollado estos ùltimos años, que permiten obtener la trayectoria durante las maniobras, con errores mínimos.

Dentro de este marco conceptual, se analizarán cuestiones relativas a la conducta de la nave, en las situaciones reales de trabajo.

El trabajo se centra en la obtención gráfica de las maniobras de un buque remolcador, su análisis y, al mismo tiempo, se efectuará el estudio tecnológico del sistema de gobierno, con el impacto en la maniobra. Estos estudios están configurados por las siguientes partes:

- Obtención de las trayectorias descritas durante una serie de maniobras por un remolcador.
- Estudio de la demanda del par torsor producida por el timón en la mecha durante las maniobras.
- Estudio de los esfuerzos que absorbe el mecanismo de accionamiento del alerón y su proporción directa con el par torsor que soporta la mecha, en diferentes situaciones.
- Relación de maniobrabilidad y par torsor que desarrolla el servo.

En el presente artículo se profundiza en la obtención de las trayectorias descritas durante una serie de maniobras, que servirán para establecer unos criterios que permitan comparar otras maniobras de otros buques en otras circunstancias y con otros siste-

mas de gobierno, donde la topografía clásica ya pone su contribución, que se irá complementando con el uso, cada vez más generalizado, de otras herramientas de posicionamiento de precisión como el GPS.

2. METODOLOGIA EXPERIMENTAL CONTRASTADA

2.1. Maniobras características

Se han analizado las maniobras adoptadas mundialmente y las más comunes para obtener las cualidades de la maniobras son las siguientes:

— Pruebas de la curva de evolución.

— Pruebas en zig-zag.

— Pruebas de maniobra en espiral.

— Pruebas de parada.

Las pruebas citadas no se aplican a ningún tipo de buque en especial, el criterio utilizado para someter un buque a estos ensayos depende del servicio que deba hacer, pero se tiene en cuenta el desplazamiento, la eslora, calado, tipo de hélice, tobera y otros factores.

De las maniobras citadas, seleccionamos la prueba de la curva de evolución para presentar en este artículo.

En las publicaciones recientes[1] se hace referencia a la imprecisión de los datos obtenidos en las maniobras que se realizan con buques en la realidad, justificándolo por varias causas: una son los materiales empleados para registrar los datos, otra los efectos naturales, como los meteorológicos, el viento, la visibilidad, el estado de la mar y las corrientes.

2.2. Caracterización de la maniobra evolutiva

Con el fin de caracterizar las maniobras evolutivas, se han seleccionado los parámetros representativos que las definen y se ha dibujado la curva teórica, identificada con la ficha que la examina y que hemos elaborado para esta prueba[2].

Los elementos básicos que configuran la maniobra evolutiva son los siguientes:

— Avance (a): Es la distancia longitudinal entre la situación donde se encuentra el buque al comenzar la evolución y la situación que tiene cuando su rumbo está a 90° con relación al rumbo de entrada en la maniobra.

— Traslado lateral (d): Es la distancia transversal, proyectada de las situaciones ocupadas por el buque para identificar el avance (algunos autores lo definen como desviación).

— Diámetro táctico o de evolución (Dt): Es la distancia transversal recorrida en el momento que el buque alcanza a tener el rumbo de 180°, con referencia al que navegaba antes de iniciar la experiencia.

— Radio de giro o final (Dg) : Es el radio de la circunferencia trazada por el buque, cuando navega estabilizado describiendo círculos; ocurre al final de la evolución.

— Duración de la evolución (t): Es el tiempo en segundos transcurrido desde que se giró el timón hasta que el buque consigue vol-

[1] The Marad Systematic Series of Full-Form Ship Models, Publicado por: The Society of Naval Architects and Marine Engineers, Editor: Donald P. Roseman en 1987. (Capítulo 6, página 36).

[2] Donald P. Roseman, "The MARAD Systematic Series of Full-form Ship Models", Sname, Jersey City. 1987. U.S.A.

ver a tener el rumbo que tenía inicialmente, dando un giro de 360°.

La curva definida teóricamente es una circunferencia, y la curva descrita por el buque en una maniobra de giro se aproxima a la misma, (aunque no define una curva perfecta ya que la toma de puntos de posición no es continua).

Cuadro N.º 1

CARACTERISTICAS NUMERICAS DE LAS MANIOBRAS
Identificación con la trayectoria dibujada en Figura
Corresponde al estado de máquina en r.p.m.
Gobierno a la banda de
Angulo girado por la tobera en grados
Angulo girado por el alerón en grados
R.p.m. de la hélice
Velocidad estimada en metros por segundo
Eslora del buque en metros
Tiempo en cambiar el rumbo 90° grados en segundos
Tiempo en cambiar el rumbo 180° grados en segundos
Velocidad del buque describiendo la curva en metros por
Porcentaje de la velocidad perdida
Avance en metros
Diámetro de evolución o táctico en metros
Relación entre el táctico y la eslora Dt/L
Diámetro de giro o final en metros
Relación diámetro de giro y la eslora D_2/L

2.3. Aspectos particularizados de las pruebas realizadas

Las pruebas propuestas para su ejecución, fueron las siguientes:

— Régimen de la máquina: 360 r.p.m., gobierno todo a babor.

— Régimen de la máquina: 360 r.p.m., gobierno todo a estribor.

— Régimen de la máquina: 600 r.p.m., gobierno todo a estribor.

— Régimen de la máquina: 600 r.p.m., gobierno todo a babor.

— Régimen de la máquina: 760 r.p.m., gobierno todo a estribor.

— Régimen de la máquina: 760 r.p.m., gobierno todo a babor.

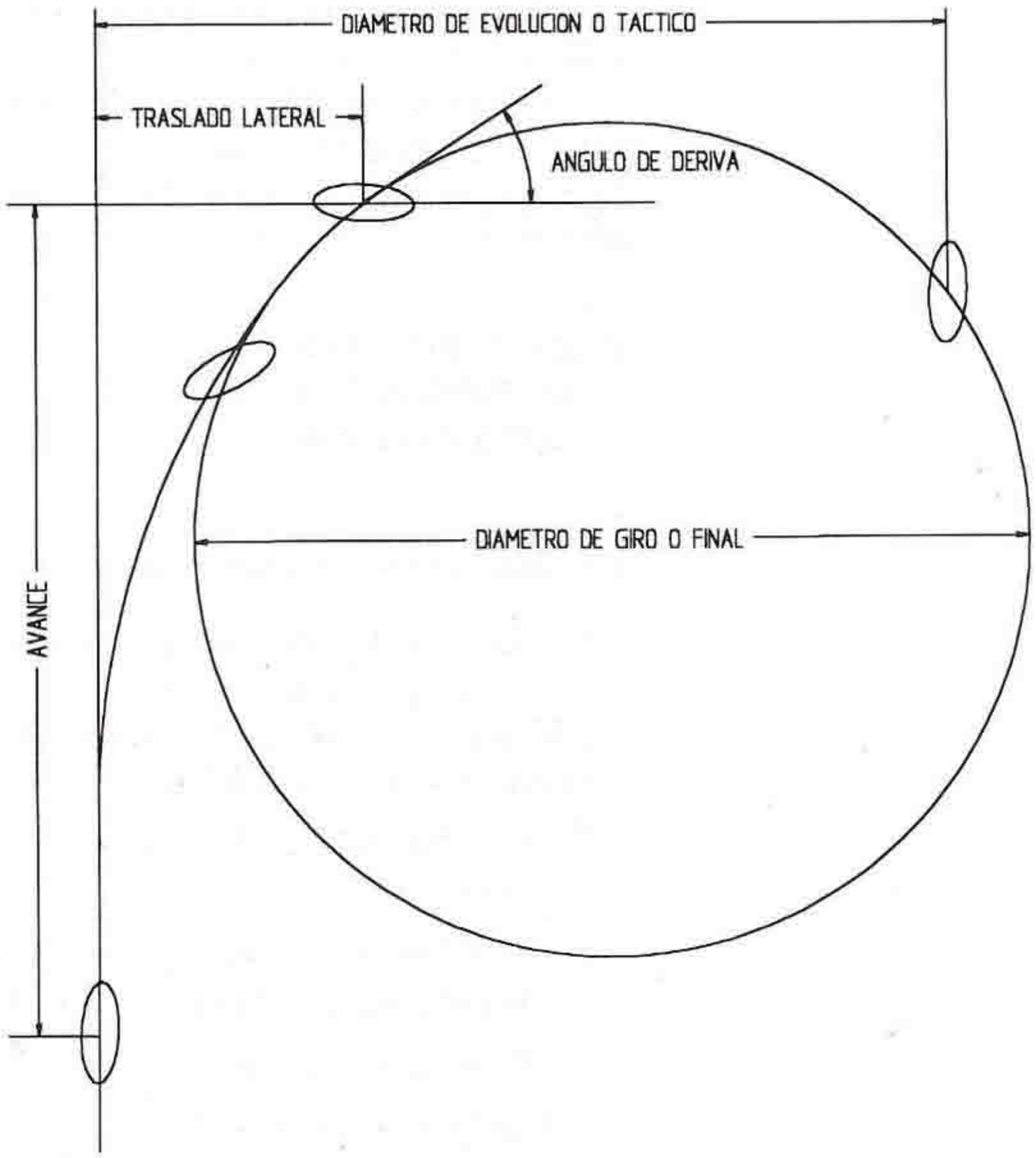


Figura 1. Parámetros fundamentales de la curva evolutiva

Para realizar estas maniobras, se navegó a un mismo rumbo durante el tiempo suficiente para que de esta forma se estabilizarán las revoluciones del motor principal, con el timón a la vía hasta que todos los efectos que pudieran influir sobre el buque quedasen neutralizados.

En el momento en que se estabilizó la velocidad, se procedió a cambiar el gobierno a la banda establecida, manteniendo el timón todo a la banda, hasta llegar el buque a tener el rumbo que llevaba antes de empezar la maniobra. Junto a la determinación topográfica, se realizaron controles deformacionales del buque.

Las mediciones extensométricas se tomaron cada diez segundos, siendo recogidas en la base de datos del ordenador durante la realización de las

maniobras descritas en el apartado anterior.

3. LA DETERMINACION TOPOGRAFICA

Desde tierra se ha referido toda la información de la evolución de las diferentes maniobras del remolcador en la bahía de Santander. Una vez elegida la estación más idónea y referenciada la misma respecto a un sistema de coordenadas arbitrario, se pasó a tomar las diferentes situaciones programadas.

En esta ocasión, el trabajo se ha realizado con la estación topográfica total Geodimeter System 400, con "tracklight" incorporado. Con ayuda de tres prismas ha sido posible seguir la evolución completa de la embarcación, ubicando el reflector en un lugar adecuado y representativo para el movimiento que se pretendía evaluar. Toda la información captada fue almacenada en libreta electrónica, con posterior volcado a un ordenador, configurando de esta forma, un eficaz sistema de información referencial.

Los puntos radiados a distancias no superiores a 1,5 km quedaban categorizados con precisión suficiente para el tipo de ensayo que se realizaba. Aceptando incertidumbre acimutal total de 20^{cc} (composición media cuadrática del error de verticalidad, dirección, puntería y determinación de la lectura), el error transversal esperado no supera los 5 cm. El error longitudinal queda por debajo también del mencionado valor, teniendo la seguridad de una elipse de tolerancia en el marco de una circunferencia de cinco centímetros de diámetro.

Cada maniobra quedó categorizada por un registro final en coordenadas cartesianas que, representado en un gráfico conjunto, determina la realidad del movimiento.

Cuadro n.º 2

EXPRESION NUMERICA DE UNA MANIOBRA				
Punto	X	Y	Z	Tiempo
1	5.448,97	4.741,99	15,43	16:40:05,9
2	5.471,53	4.734,90	15,28	16:40:12,7
3	5.484,44	4.733,97	15,41	16:40:16,8
4	5.495,84	4.736,74	15,36	16:40:22,0
5	5.503,77	4.741,89	15,40	16:40:25,6
6	5.510,04	4.749,18	15,39	16:40:30,7
7	5.513,01	4.755,98	15,34	16:40:34,9
8	5.513,22	4.763,85	15,34	16:40:40,6
9	5.509,56	4.771,77	15,30	16:40:48,5
10	5.505,50	4.775,04	15,32	16:40:53,6
11	5.502,75	4.775,39	15,30	16:40:57,3
12	5.498,36	4.774,75	15,34	16:41:03,5
13	5.496,21	4.773,75	15,39	16:41:07,6
14	5.494,41	4.771,35	15,39	16:41:11,7
15	5.493,73	4.767,83	15,37	16:41:16,4
16	5.494,28	4.763,51	15,39	16:41:21,0
17	5.496,43	4.760,10	15,42	16:41:25,7
18	5.501,29	4.756,42	15,47	16:41:32,9
19	5.505,02	4.755,25	15,51	16:41:37,1

El remolcador objeto de estudio tenía las siguientes caracteristicas:

Eslora total	26,80 m
Manga de trazado	7,90 m
Puntal de trazado	4,30 m
Calado de trazado	3,20 m
Tiro a punto fijo	32,00 Tm
Potencia propulsora	2.160 HP
Régimen del Motor Principal	900 RPM
Régimen de la Hélice	300 RPM
Equipo de gobierno, Par Torsor	9.000 m-Kg

4. RESULTADOS EXPERIMENTALES

4.1. Coordenadas registradas durante los ensayos

Uno de los registros efectuados por la estación topográfica ha sido reproducido en el cuadro Nº 2 (RPM: 120, Gobierno: Todo a babor).

De idéntica forma se realizaron las restantes pruebas, obteniendo los mismos parámetros de marcada significación.

4.2. Análisis de resultados

Se analizan, a continuación, alguno de los resultados obtenidos en base a las maniobras experimentales realizadas con el remolcador citado con anterioridad.

Las pruebas fueron realizadas en la zona marítima de Santander, durante el mes de noviembre de 1992, siendo las condiciones meteorológicas de viento y mar de calma absoluta, por lo que se puede considerar de estado óptimo en cuanto a que estas circunstancias no influirían en los resultados de las maniobras.

Como ejemplo tipificado de la campaña de pruebas ejecutadas, se describen los resultados logrados en la circunstancia de Gobierno todo a babor y máquina avante.

Cuadro Nº 3	
CARACTERISTICAS NUMERICAS DEL ENSAYO Nº 1	
Identificación con la trayectoria dibujada en Figura	VI.4
Corresponde al estado de máquina en r.p.m.	360
Gobierno a la banda de	Babor
Angulo girado por la tobera en grados	35
Angulo girado por el alerón en grados	35
r.p.m. de la hélice	120
Velocidad estimada en metros por segundo	2,28
Eslora del buque en metros	24,00
Tiempo en cambiar el rumbo 90 grados en segundos	18,10
Tiempo en cambiar el rumbo 180 grados en segundos	39,26
Velocidad del buque describiendo la curva en metros por s.	0,89
Porcentaje de la velocidad perdida	70,13
Avance en metros	30,96
Diámetro de evolución o táctico en metros	40,30
Relación entre el táctico y la eslora D_t/L	1,67
Diámetro de giro o final en metros	17,80
Relación diámetro de giro y la eslora D_g/L	0,74

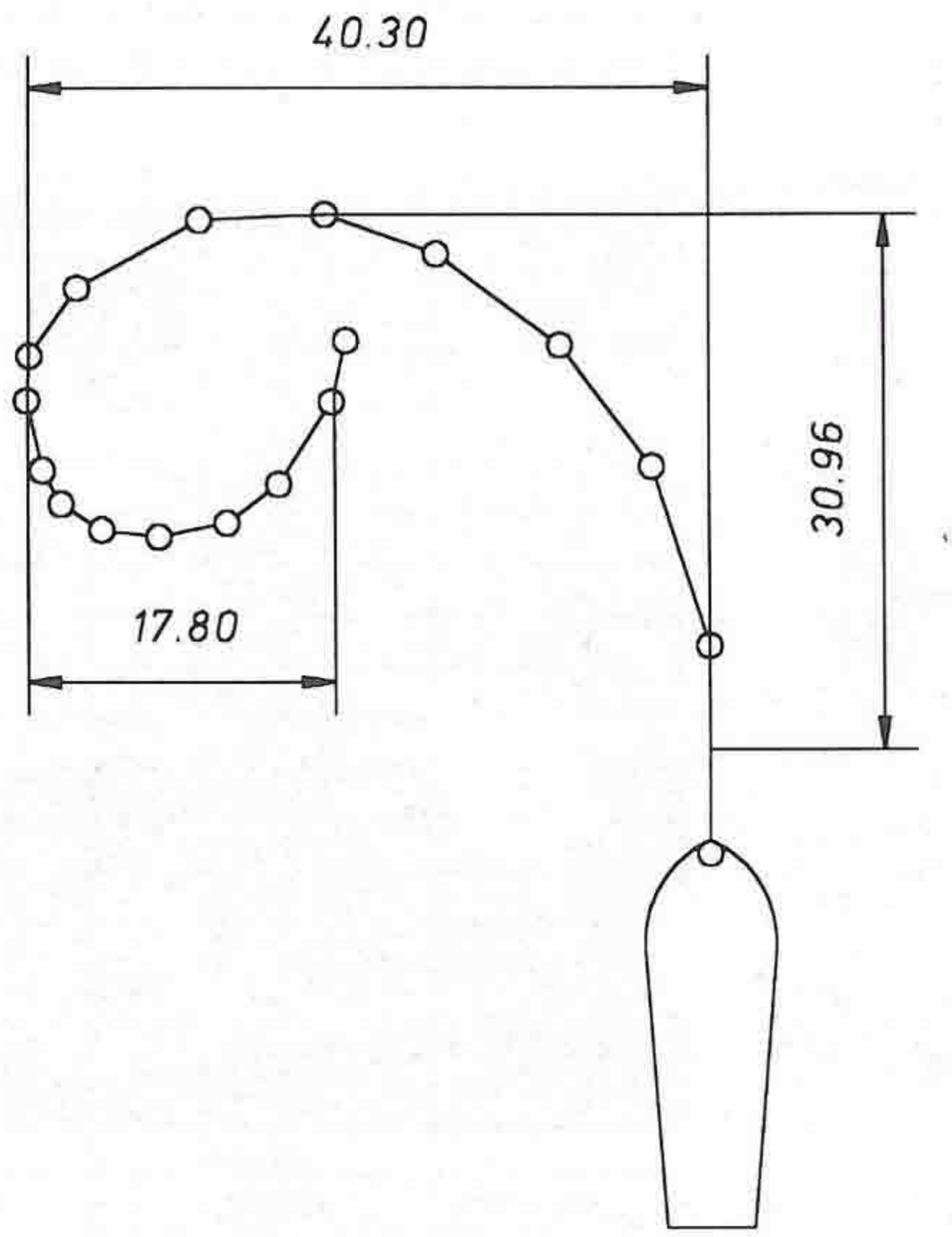


Figura 2

La curva descrita en esta maniobra se representa en la Figura 2 y en el Cuadro Nº 3 se relacionan los valores característicos de dicha curva.

Como puede observarse, la capacidad de maniobra del remolcador ha sido identificada en el cuadro y en la figura dibujada a escala la curva evolutiva real del ensayo y se ha representado la silueta del buque, para establecer la relación de la eslora con el diámetro de la curva evolutiva y puede señalarse como interesante que la relación Eslora / diámetro final es inferior a la unidad. Esto quiere decir que el barco prácticamente gira sobre su eje.

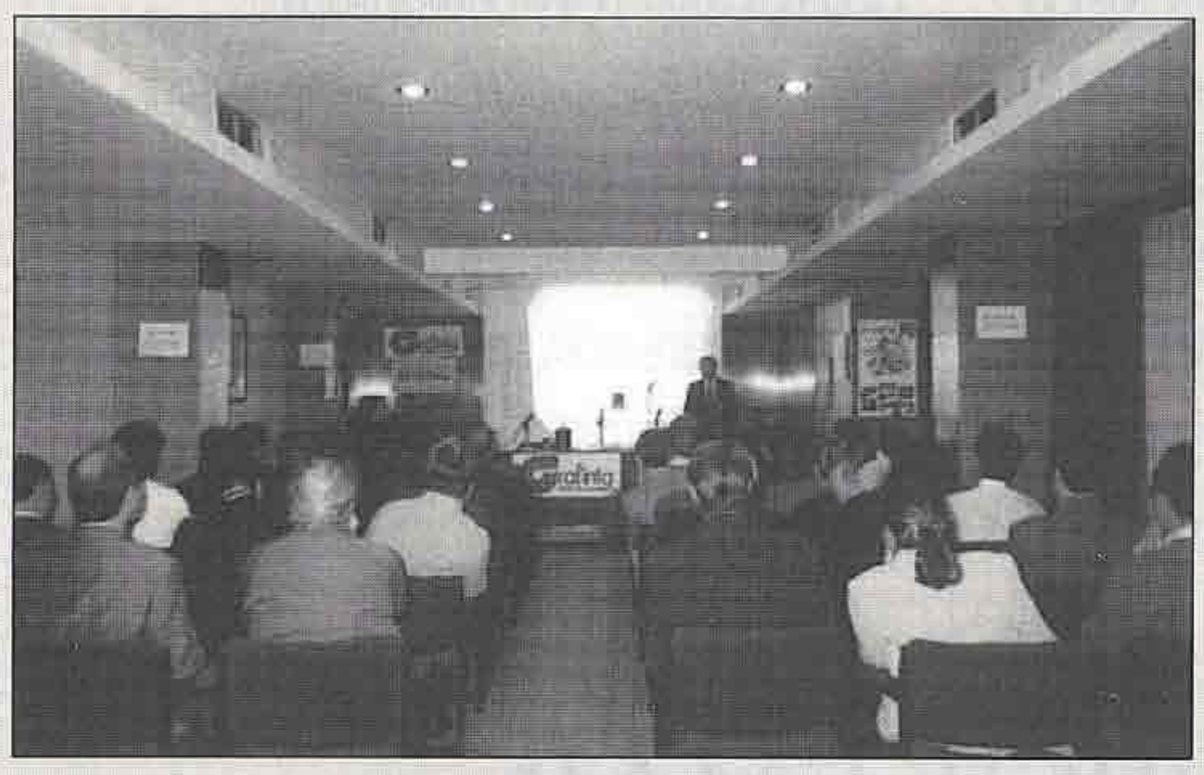
5. COMENTARIOS FINALES

Tras analizar los resultados obtenidos en las pruebas, se llega a la conclusión de la idoneidad del comportamiento dinámico de embarcaciones en situación real de funcionalidad.

Las estaciones topográficas totales y las metodologías clásicas resuelven el problema de una forma cómoda, económica y eficaz. Con el sistema de posicionamiento global, operativo en su totalidad utilizando métodos diferenciales con tres receptores resta comprobar su eficacia y su rentabilidad económica. Esta circunstancia será tratada por el equipo de profesionales de la topografía que trabaja en el Departamento de Ingeniería Geográfica y Técnicas de Expresión Gráfica de la Universidad de Cantabria.

Este tipo de trabajos, es una posibilidad más que tienen de ejercer su profesión los Ingenieros Técnicos en Topografía, en esos campos insólitos y de marcada diferenciación que la Ingeniería Cartográfica y Geodésica pone a disposición del profesional de esta maravillosa disciplina universitaria.

AVISO Grafinta SOCIEDAD ANONIMA

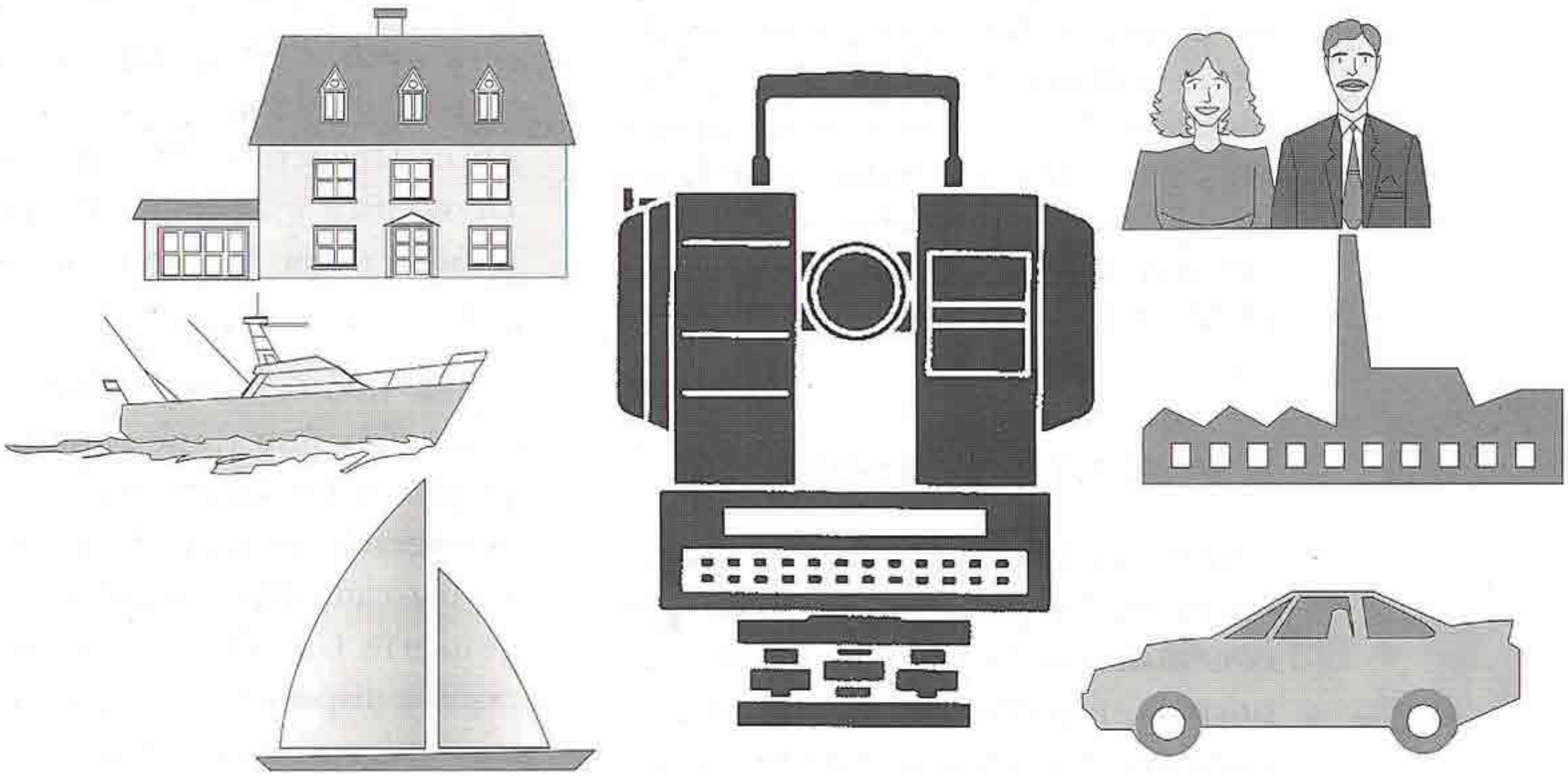


GRAFINTA, S.A., informa que siguiendo su política de diseminación de información realizará **Cursos de Familiarización Práctica GPS** de acuerdo con el programa que se adjunta, en las fechas y capitales que seguidamente se indican:

Noviembre. 08/09 Bilbao.
Noviembre. 16/17 Valencia.
Noviembre. 21/22 Madrid.
Noviembre. 24/25 Barcelona.
Noviembre. 30/01 Sevilla.

Aquellas personas que deseen participar en estos Cursos pueden conectar con **Grafinta, S.A.,** directamente al número **(91) 553 72 07**.

LA MAYOR SEGURIDAD, EN LAS MEJORES CONDICIONES.



ES EL OBJETIVO DE **BROKEMAR**, ANTES **EATS**, QUE SE RENUEVA FORTALECIENDO SU ORGANIZACION PARA LA DISTRIBUCION DE SEGUROS INCORPORANDO NUEVOS PROFESIONALES, NUEVOS PUNTOS DE SERVICIO EN TODA ESPAÑA Y UNA OFERTA MAS AMPLIA. AHORA, A TRAVES DE **BROKEMAR**, SE MANTIENE LA ESPECIAL ATENCION DE **EATS** AL MUNDO DE LA TOPOGRAFIA, OFRECIENDO SU SEGURO ESPECIAL PARA ESTACIONES DE TRABAJO CON COBERTURA DE AVERIAS, ROTURAS Y ROBO DE EQUIPOS.

ASI COMO UN SEGURO DE ACCIDENTES COLECTIVOS Y UN SEGURO DE VIDA TEMPORAL RENOVABLE PARA PROFE_ SIONALES. TODO EN LAS MEJORES CONDICIONES DE EFICACIA Y SOLVENCIA DENTRO DE UNA OPTIMA RELACION CALIDAD/PRECIO. POR ELLO, DESDE HACE AÑOS, EL ILUSTRE COLEGIO DE INGENIEROS TECNICOS TOPOGRAFICOS NOS CONFIA LA SEGURIDAD DE SUS COLEGIADOS. DESDE AHORA, NO CORRA RIESGOS. VAYA A LO MAS SEGURO EN LAS MEJORES CONDICIONES. LLAME A **BROKEMAR**.

BROKEMAR

CORREDURIA DE SEGUROS, S.L. (PARTICIPADA POR MURIMAR), ANTES EATS.

CENTRAL: CAPITAN HAYA, 23 - ESC. 2ª / 6.º-4ª - TEL. (91) 555 03 42 - FAX (91) 555 82 77 - 28020 MADRID

CARTOGRAFIA histórica de Andalucía

JOAQUÍN CORTÉS JOSÉ
Instituto de Cartografía de Andalucía

EL COMIENZO

La Cartoteca de Andalucía surge inicialmente con el propósito de crear una colección de mapas y planos históricos del territorio andaluz. Su primer objetivo era y es el de reconocer y valorar un importante volumen de documentación cartográfica que se encuentra disperso, en gran parte desconocido, y que constituye un importante patrimonio histórico documental. Al proyecto se le dio una aplicación inmediata, que era la de constituir una fuente de información para el análisis, la planificación y la gestión del territorio.

En 1987 se inicia un estudio comparativo de diferentes cartotecas, donde se trata de conocer tanto la experiencia de las más antiguas como los pasos seguidos por las de reciente creación en el camino que se iniciaba en ese momento.

Desde aquí reitero el agradecimiento de la Consejería de Obras Públicas y Transporte al Archivo General de Indias, al Servicio Geográfico del Ejército, a la Biblioteca Nacional, al Instituto Geográfico Nacional y a la Cartoteca de Cataluña; y el mío propio a las personas con las que traté directamente.

Tras el estudio preliminar que demostró la viabilidad del proyecto, la cartoteca a crear en la Consejería de Obras Públicas y Transporte se definió como una colección de mapas, planos y vistas de Andalucía reproducidas en microfilm de 35 mm y descrita con arreglo a las normas internacionales ISBD y MARC para materiales cartográficos. La selección de la cartografía se haría en función de que su escala fuera inferior a 1:500, para excluir los planos y dibujos exclusivamente de arquitectura, no obstante se mantendría una cierta flexibilidad de criterio con las escalas superiores cuando el documento represente una mínima expresión territorial.

El límite cronológico más moderno se fijó, en principio, en la década de los años cincuenta del siglo XX, en cuanto que a partir de esa fecha se produce un cambio significativo en las técnicas cartográficas, al generalizarse el empleo de la restitución fotogramétrica.

La recopilación de la información se ha realizado siempre en tres fases: inventario, catalogación y microfilmación. Los primeros trabajos se iniciaron en los grandes archivos y bibliotecas de Madrid. En líneas generales, se estableció la estrategia de ir primero a los depósitos donde se conserva la cartografía más antigua o a los organismos productores de cartografía básica y después a los archivos con fondos más modernos, a los organismos que han generado cartografía temática o derivada de su gestión.

LA REALIZACION

Los trabajos de inventario y catalogación comenzaron en la primera mitad de 1988. Se fueron sucediendo del Archivo General de Simancas, al Archivo General de Indias, Archivo Histórico Nacional, Museo Naval, Servicio Geográfico del Ejército, Institu-

to Geográfico Nacional, Biblioteca Nacional, Servicio Histórico Militar, Instituto Tecnológico Geominero, Archivo del Real Patrimonio, Biblioteca del Monasterio de San Lorenzo del Escorial, Real Academia de la Historia, Museo Postal y de Telecomunicaciones, archivos de los distintos ministerios, tanto de sus servicios centrales como de las delegaciones provinciales en Andalucía, archivo del antiguo Instituto Nacional de Colonización, parte de las secciones de vías pecuarias y clasificación de montes del archivo del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza y se trabaja actualmente en el Archivo General de la Administración de Alcalá de Henares.

Em 1989 se inician los trabajos en los archivos de la Comunidad Autónoma. En cada provincia se visitan los archivos y bibliotecas de la administración local, municipales y diputaciones; los archivos de la administración andaluza, que disponen de fondos cartográficos antiguos transferidos de la administración central; los archivos y bibliotecas de las Regiones Militares del Ejército y de la Armada y archivo de las autoridades portuarias. Hay que añadir además un importante número de archivos y bibliotecas privados, como los eclesiásticos, los de las compañías de electricidad, abastecimiento de aguas, explotaciones mineras, etc.; los archivos nobiliarios con las grandes casas ducales de Andalucía; y por último las colecciones privadas.

La realización de todos estos trabajos se han llevado a buen fin gracias al establecimiento de acuerdos de colaboración y convenios con las distintas administraciones, organismos o empresas que nos han permitido acceder y reproducir sus fondos cartográficos.

La colaboración ha resultado beneficiosa para ambas partes en la mayoría de los casos. Los trabajos de la Cartoteca de Andalucía han aportado poco o nada a la excelente organización o a los sistemas de acceso a la documentación de algunos archivos, pero en cambio en muchos otros casos la falta de una mínima descripción archivística de los fondos, el desconocimiento y el abandono de su documentación más antigua, nos ha planteado la necesidad de redactar convenios donde se han contemplado las fases de limpieza, clasificación y ordenación, además de las de catalogación y reproducción.

LOS FONDOS DE LA CARTOTECA

Volumen

La cartografía histórica de Andalucía recopilada desde 1988 se eleva a una cifra próxima a los 75.000 ejemplares entre croquis, planos, mapas y vistas que se encuentran reproducidos en unas 90.000 tarjetas de ventana de 35 milímetros en duplicado ejemplar. Se dispone además de una pequeña colección de diapositivas a color en diversos formatos, una serie de reproducciones y facsímile de distinta procedencia y una pequeña biblioteca auxiliar que sirve de apoyo a las tareas que se desarrollan y que pretende disponer en un futuro próximo de gran parte de las publicaciones y catálogos sobre cartografía histórica.

Tratamiento

La totalidad de los mapas se encuentran catalogados y mecanizados. El sistema informático, que soporta la

cartoteca histórica de Andalucía, es de tipo mixto: un ordenador central de tipo medio almacena la totalidad de las descripciones de los mapas (con procesos de control de forma para detectar errores de la catalogación y posibles repeticiones de mapas catalogados previamente) y lleva la gestión de la cartoteca (consultas, préstamos y control de las ediciones). La "captura" o la consulta y recuperación de la información se realizan desde ordenadores PC que pueden trabajar conectados al ordenador central o de modo autónomo. Los fondos de la cartoteca también se pueden consultar desde las terminales de las delegaciones provinciales de la COPT. Por último, en el sistema se respeta la norma ISO 2709 para facilitar la comunicación y el intercambio con otros sistemas tanto en diskettes como en cintas magnéticas.

La aplicación del formato de entrada MARC y el diseño del sistema que lo soporta, ha permitido en muchas ocasiones hacer descripciones que van más allá de los objetivos de una correcta catalogación. El vaciado de la información del documento cartográfico abre una nueva dimensión a los mapas y planos antiguos que les permite mantener vigente el propósito para el que fueron hechos: ser una representación e interpretación del territorio y además salir de las vitrinas de museos y bibliotecas donde, en el mejor de los casos, estaban postergados con respecto a la nueva cartografía.

La recuperación de la información

El sistema permite recuperar la información de distintas maneras: por el lugar geográfico, la materia, la responsabilidad, la fecha de realización o por intervalos cronológicos, la escala o por rangos de escala, etc. Para acceder a la información por la toponimia el sistema dispone de una aplicación que contiene el Indice Toponímico de Andalucía, mediante el cual se puede saber si un lugar o un elemento geográfico está relacionado con uno o varios municipios o con una o más provincias.

Los encabezamientos de materias se basan en los listados más reconocidos (OEA, Biblioteca Nacional...) y en thesaurus específicos para ciertos temas (como el de Urbanismo del ISOC) pero se echa en falta los trabajos específicos que confeccionen listados para cartografía. Se dispone igualmente de una implementación del sistema con la que se está generando un listado de las materias más utilizadas, donde cada término está jerarquizado y relacionado entre sí.

LOS GRANDES TEMAS DE LA CARTOGRAFIA HISTORICA DE ANDALUCIA

Hay una serie de temas que han producido una abundante cartografía para la mayor parte del territorio nacional, mientras que otros han tenido una mayor incidencia en el de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

La representación del territorio, en líneas generales, se impulsó a lo largo de la historia con una doble finalidad: la militar, tanto del Ejército como de la Armada, y la hacienda del Estado.

Prácticamente hasta el siglo XIX sólo la cartografía general, incluida en los atlas, ofrece una cierta homogeneidad temática en la cartografía de Andalucía mientras que el resto resulta difícil agruparla en temas. No obstante, en el siglo XVIII hay un nú-

mero importante de mapas de campañas militares en la bahía de Algeciras y peñón de Gibraltar. En la segunda mitad del mismo siglo se levanta una cartografía de las nuevas poblaciones de Sierra Morena, su escala representa con notable precisión el territorio y gran número de detalles. Otros del mismo siglo, de no menos interés, es la serie de cartas náuticas que elabora la Armada de las ensenadas, fondeaderos y puertos de la costa mediterránea.

A partir de mediados del siglo XIX los grandes productores de cartografía, los organismos antecesores del Servicio Geográfico del Ejército, Instituto Hidrográfico de la Marina o del Instituto Geográfico Nacional, inician los trabajos previos para las primeras ediciones de sus series básicas. Por primera vez se representa de un modo homogéneo la totalidad del territorio de Andalucía.

También de mediados del siglo XIX son los primeros trabajos y los levantamientos relacionados con la implantación de la red ferroviaria por las distintas empresas concesionarias. La cartografía hecha con tal propósito permite reconocer el territorio, relacionado con el trazado, a un gran nivel de detalle.

La proliferación de las actividades mineras a finales del siglo XIX genera una abundante cartografía temática. Por un lado la administración requiere registrar las concesiones mineras y produce pequeños planos y croquis para situar e identificar la concesión; por otro las empresas elaboran una abundante cartografía relacionada con la explotación.

A principios del siglo XX se realizan los primeros planos del catastro de rústica: los catastrones, realizados por el entonces Instituto Geográfico y Estadístico; otra serie homogénea que abarca toda Andalucía.

Otros grupos temáticos importantes son los trabajos relacionados con la primera edición del Mapa Geológico Nacional, la cartografía relacionada con la gestión de los puertos andaluces, la producida por la gestión de las aguas continentales en las distintas cuencas hidrográficas de Andalucía, la cartografía relacionada con las vías pecuarias y las actividades forestales o la producida por el antiguo Instituto Nacional de Colonización.

A estos grandes grupos temáticos hay que añadir los elaborados por la administración local en materias de obras públicas y urbanismo.

Conclusiones

La recopilación de este volumen de mapas y planos nos ha permitido reunir documentación que, si bien no estuvo nunca junta, sí se generó con una misma finalidad o para un mismo territorio. La experiencia ha demostrado que los fondos cartográficos sobre una misma materia pueden correr suertes muy diversas.

Como ejemplo de dispersión de la documentación y falta de coordinación archivística sirve de muestra el caso del ferrocarril; se puede encontrar documentación antigua en el Ministerio de Obras Públicas, Archivo General de la Administración, Fundación de Ferrocarriles Españoles, en cada una de las Zonas Ferroviarias de Andalucía, en las instalaciones de las estaciones de las capitales de provincia y en el Archivo General de Andalucía.

En el caso de las explotaciones mineras la suerte que ha sufrido la documentación, en general, de las distintas empresas es muy diversa. La

cuenca minera de Huelva tiene la Fundación de Río Tinto que dispone, junto al museo, el archivo y la biblioteca, de una cartoteca con unos 3.000 mapas y planos catalogados y microfilmados; gracias a su labor de recuperación de archivos mineros en coordinación con la COPT. En cambio, de los archivos de las empresas mineras de la provincia de Sevilla prácticamente no se conserva ningún plano. Los de la provincia de Jaén, la documentación se encuentra dispersa y sólo se ha localizado alguna en manos de particulares, que la conservan por mera curiosidad o un cierto interés intelectual. Mientras que en la provincia de Córdoba la empresa Encasur conserva una parte importante de la cartografía de sus antecesoras.

La Consejería de Obras Públicas y Transporte consideró que el mejor sistema para preservar los mapas y planos originales era el de darlos a conocer, además de colaborar en su conservación y restauración, y concienciar del valor de la cartografía histórica de Andalucía como patrimonio documental muy útil para el análisis y la representación del territorio.

Los convenios que se han firmado con las Diputaciones provinciales, para catalogar la cartografía de los archivos municipales de Andalucía, las compromete a asesorar y a dotar los archivos de los elementos necesarios para conservar la documentación cartográfica. Una vez concluidos los trabajos, los archivos municipales reciben la catalogación de sus planos y una reproducción micrográfica.

La Consejería de Obras Públicas y Transporte ha asumido también la restauración de un plano muy importante para la ciudad Córdoba, el primero en que se representa la totalidad del casco y parte de su periferia. El "Plano de Córdoba" realizado por Karvinski y Joaquín Rillo en 1811, es un ejemplar manuscrito en tinta negra y parcialmente iluminado con aguada, sobre papel entelado y montado sobre bastidor, con unas dimensiones de 220 x 180 cm. Su valor no es sólo por tratarse de un documento imprescindible para el estudio urbanístico e histórico de Córdoba, sino que como mapa es además un documento que ofrece una primera síntesis de interpretación del territorio, un elemento muy importante para el estudio de los espacios de Andalucía, así como para el de la evolución de las técnicas cartográficas empleadas en su representación.

LA DIVULGACION DE LOS TRABAJOS

La cartoteca no se abrirá al público hasta que no estén terminados los trabajos de catalogación y microfilmación en todas las provincias de Andalucía. Se encuentra dotada de la infraestructura necesaria para atender las consultas en el momento de su apertura. No obstante, desde el primer momento en que se dispuso de la reproducción de los mapas catalogados, ha prestado servicio a los distintos departamentos de la Junta de Andalucía, así como a las diputaciones y ayuntamientos.

Tres exposiciones se han montado sobre cartografía en colaboración con el Instituto Geográfico Nacional, siendo la última la celebrada en Huelva en el mes de mayo. Todas han contado con la sección de cartografía histórica, que siempre goza de gran aceptación por parte del público.

Las publicaciones se ha reducido a dos calendarios, pero se ha colaborado en muchas otras, así como en documentales de televisión. Actual-

mente se trabaja en índices y catálogos por provincias de los que al menos dos estarán preparados en este año.

LOS NUEVOS PROYECTOS

Con miras a agilizar, facilitar y a dotar la cartoteca de nuevos instrumentos de consultas y recuperación, se está incluyendo en la descripción de los planos las coordenadas UTM del punto central del ámbito geográfico que representan. Explicado a grosso modo, este sistema permite recuperar los mapas históricos comprendidos entre dos puntos cualesquiera de la trama.

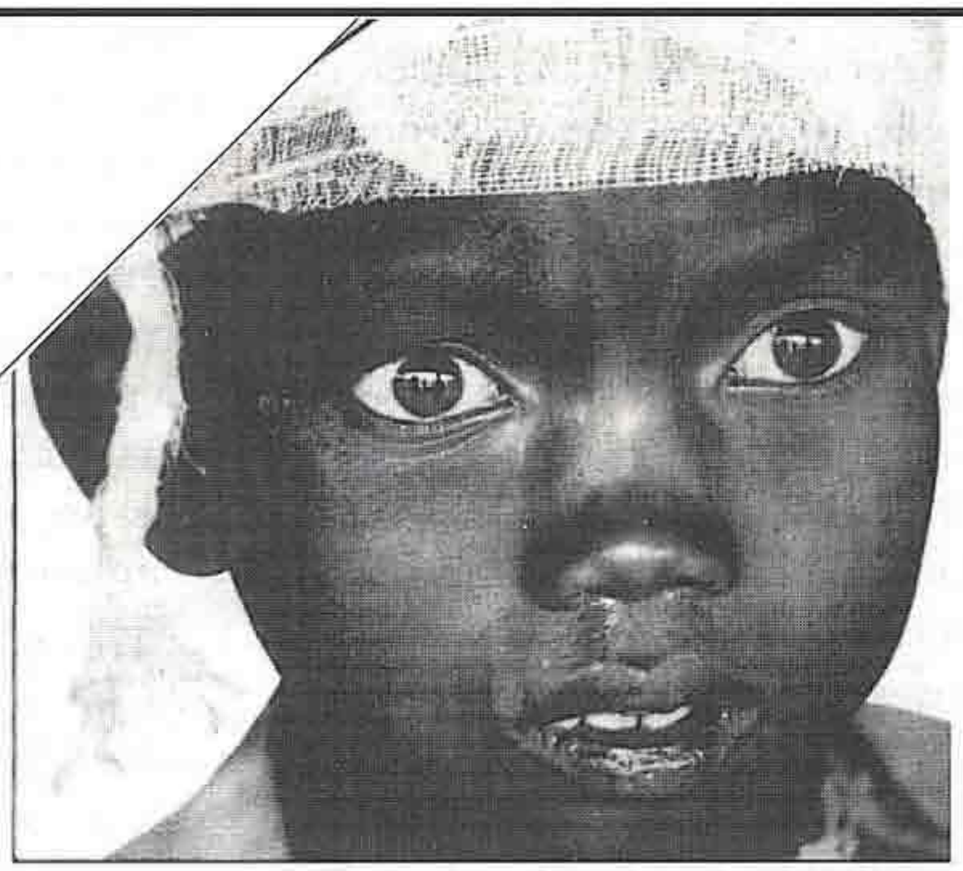
Por último, se piensa abordar en breve la digitalización de la cartografía histórica, tras haber obtenido unos resultados positivos en las pruebas de scaner de microfilm y en la asociación de la imagen a su descripción catalográfica en el sistema informático.

Para el final siempre se guardan los agradecimientos, que ya se han dado al principio en este caso, por lo que voy a formular mis reproches personales a todas aquellas personas que, con un mal sentido de la propiedad o por un inconsciente sentido de la protección de la documentación, han dificultado o impedido la elaboración de los trabajos que se han relacionado.

Ojalá, sean cada vez menos numerosas y nos permitan seguir investigando y estudiando en libertad. ■

Con poco sacrificio podemos salvar la vida de muchos niños en Ruanda. La solidaridad, que también desearíamos para nuestros hijos, es un sentimiento imprescindible para ser humano.

RUANDA: LA MATANZA MAS CRUEL DE LA HISTORIA



3 MISIONEROS SALESIANOS RESISTEN EN RUANDA PORQUE CUENTAN CON USTED PARA SALVAR A UN NIÑO. 35 misioneros salesianos fueron expulsados. Pero 3 de ellos, cuyos nombres y localización es preferible no citar, todavía siguen en Ruanda. Porque confían en la ayuda de personas como usted. Especialmente AHORA.

Envíe, por favor, su donativo a la cta.cte. n.º 961 28 30 de la Caja Postal de Ahorros (Suc. Marqués de Urquijo, Madrid). Talón o giro a MISIONES SALESIANAS: Ferraz, 81. 28008 Madrid. Tel. (91) 543 85 65.

Ayuda a RUANDA

Algunas de las instituciones benéficas con los Bancos y números de las cuentas que han abierto para ayudar a los damnificados en Ruanda.

Médicos sin fronteras		
	BBV	0182573437 0000748701
Médicos del Mundo		
	Banco Exterior	01040201 0300589102D
Cáritas Española		
	Banco Exterior	3020221m
	Banesto	0108591271
	BBV	0011449814
	BCH	2114008971
	BNP	10593600273
	Caja Madrid	6005870007
	CECA	9100490206
	Popular	0606287312
	Santander	0000144646
Unicef		
	Banesto	109000
Intermón		
	La Caixa	2100076581 0200111128
	Caja Madrid	2038176843 6000300045

EL desarrollo cartográfico de los años noventa

RAMÓN M. LORENZO
Director del Centro Nacional de Información Geográfica

A lo largo de esta ponencia voy a efectuar un análisis de la evolución de la cartografía y de la información geográfica, en un breve resumen histórico, deteniéndose de manera especial en el estado de desarrollo y transformación que se ha producido en los últimos años, en que asistimos a un proceso de crecientes expectativas de avance y expansión del sector cartográfico.

Como veremos se han modernizado y optimizado, con la incorporación de las nuevas tecnologías, los procesos productivos de mapas, los de obtención y gestión de datos geográficos, y de manera muy significativa las facilidades de manipulación de estos mismos datos por parte de los usuarios, que con los potentes instrumentos informatizados existentes, pueden adaptar, por primera vez, la cartografía o la información geográfica básica a lo que son sus necesidades o requerimientos específicos.

Es ahora, cuando se produce en España la ruptura del corsé que constreñía a la información geográfica, cuando se abre a todos los sectores de la sociedad, antes estaba limitada a ámbitos muy especializados y reducidos, como gabinetes técnicos de ingeniería o de planificación territorial, convirtiéndose en un instrumento de utilidad cotidiana para todos los que desarrollan sus actividades profesionales, de turismo o tiempo libre en estrecha relación con el territorio.

Creo que podemos afirmar que en la década de los años noventa se produce la mayoría de edad de la cartografía. Constituyendo, estos años, por lo tanto, un motivo de referencia en el quehacer cartográfico, que pretendo poner ante ustedes, valorando el estado en que se encontraba el sector, cuando se inicia este período de tiempo, cuál es su realidad actual y si me lo permiten, en un ejercicio futurista y de atrevimiento, aventurar una hipótesis de cuál es su futuro inmediato, con el que entraremos en el año 2000, en base a los factores de impulso y cambio tecnológico que son el instrumento o vehículo de progreso y avance en este campo de la actividad humana, que mantiene el objetivo de dar la mejor representación del territorio con los medios técnicos disponibles en cada momento de la historia.

La descripción geográfica del territorio, que nos viene dada por su representación en mapas, por su cartografía, lleva impresa, de manera implícita, la huella del estado del desarrollo del conocimiento científico y de los avances tecnológicos existentes en el momento de realización de cada uno de los mapas, en cada período de la historia. Podemos afirmar que la evolución de la cartografía, a través de los tiempos, refleja la transformación del conocimiento técnico-científico de la humanidad.

Fijar, por tanto, un período de tiempo determinado para hacer un análisis de las transformaciones que han tenido lugar en el quehacer cartográfico, supone fijar nuestra atención en el cambio sufrido por los equipamientos técnicos, procesos metodológicos y de conocimiento de las ciencias geográficas, que se aplican en las distintas fases que conducen a la obtención de mapas del territorio. Supone también

describir la situación de partida, el marco inicial, y las innovaciones introducidas entre los años que se consideran.

Es por tanto mi intención hacer un repaso somero al desarrollo de la historia de la cartografía, de los principales puntos de referencia, que lo definen y permiten comprender el hilo conductor del proceso de continua captación de la innovación tecnológica, que se produce en las ciencias geográficas, para dar así una mejor representación del territorio, plasmándolo en mapas más precisos y fiables y siempre próximos, al menos en su consideración formal, a las necesidades de información geográfica de la sociedad.

EL DESARROLLO CARTOGRAFICO

La más amplia panorámica posible en este análisis nos lleva a la confrontación de las primeras representaciones del territorio de Ptolomeo, en las que tan sólo es posible adivinar el rostro de la tierra, con las modernas imágenes obtenidas desde satélites artificiales, evocadores de los últimos detalles de ese rostro, que ahora puede ser analizado hasta en sus últimos detalles. En este largo camino se enmarca la apasionante aventura que ha representado para la humanidad, la historia de la cartografía, la lucha por la representación de la tierra en mapas, en la que se han mezclado el saber y la tenacidad del hombre, con el rigor y a la vez fantasía creadora a lo largo ya de más de veinte siglos.

Es en el siglo XV cuando se produce la primera explosión del proceso de cartografiado de la tierra, pudiendo considerarse que es una consecuencia directa e íntimamente unida a los grandes viajes de exploración, por vía marítima, y a los decisivos descubrimientos geográficos, que tienen lugar a partir del año 1492 con los viajes de Cristóbal Colón. Hay tres factores contemporáneos y concurrentes que son claves para entender la revolución cartográfica que tuvo lugar entonces, en primer lugar el descubrimiento de la obra geográfica de Ptolomeo, al traducirse al latín su "Geographie" y publicarse sus mapas en Bolonia; en segundo lugar la aplicación de la brújula en la navegación marítima y la determinación más precisa de las coordenadas geográficas, haciendo uso de la astronomía de posición; por último, y en tercer lugar, la aparición de la imprenta haciendo posible las grandes ediciones de mapas.

Ya en el siglo XVI los trabajos de Gemma Frisivs que aportan las técnicas de triangulación para el levantamiento topográfico de mapas o la publicación del atlas "Theatrum Orbis Terrarum" de Ortelius, consolidan los trabajos de carácter técnico de medida sobre la superficie terrestre y de difusión y divulgación de mapas, con grandes ediciones en varios idiomas que suponen nuevos hechos decisivos en el progreso de las ciencias geográficas.

En España a los nombres de Juan de la Cosa, Teixeira, Esquivel y Labanha, que personalizan destacados trabajos cartográficos, le suceden transformaciones notables en el avance de la cartografía, que se generan a partir del año 1735 con la participación de los guardiamarinas españoles Jorge Juan y Ulloa en la expedición a Perú, de los franceses Bougner y La Condamine, para la medida de un arco de meridiano, en zona de latitudes pequeñas, con la que se trataba de demostrar la forma de la tierra, el popularmente conocido como achatamiento de los polos. Años más tarde, finalizando el siglo XVIII, el Brigadier de la Armada Vicente Tofiño, aplicando técnicas geodésicas, de triangulación topográfica y de posicionamiento

batimétrico completó el levantamiento de la primera cartografía náutica de las costas españolas.

Los trabajos, en el siglo XIX, de Domingo Fontán con el levantamiento de la "Carta Geométrica de Galicia" y de Francisco Coello con el Atlas de España, son los antecedentes de la creación del Instituto Geográfico Nacional en el año 1870, asumiéndose, en ese momento, que la tarea cartográfica y geodésica, como tarea que corresponde al Estado, en sus funciones básicas, superándose al fin los planteamientos de carácter individualista que habían tenido lugar hasta entonces.

Hasta aquí hemos valorado factores de carácter técnico o científico y factores de motivación social, que han influido positivamente en el progreso de la geodesia y de la cartografía, y que nos han introducido en el siglo XX, siglo en el que se vivieron transformaciones radicales en estos campos. Si hasta entonces , en el comienzo del siglo, los trabajos topográficos, habían de realizarse por medida directa del territorio, por parte de técnicos que se movían, pie a tierra desplazándose de un punto de estación topográfica a otro para triangular y radiar, por topografía clásica, los distintos puntos significativos del terreno, se llega a los años cincuenta en que la toma de fotografías aéreas, desde aviones, eleva el punto de vista del topógrafo, hasta situarlo a centenas o millares de metros sobre el territorio, lo que le proporcionaba una nueva perspectiva, una nueva información geográfica. Estas fotografías aéreas, pocos años más tarde, serían el soporte documental sobre el que se desarrollaron los técnicas fotogramétricas de restitución, que introdujeron planteamientos industriales permitiendo la planificación de trabajos de levantamiento cartográfico de grandes superficies de terreno, con la rentabilización óptima de los recursos económicos dedicados a estas tareas.

Siguiendo con el modelo planteado de las nuevas perspectivas en la elaboración de mapas considerando los diferentes posicionamientos relativos del punto de observación respecto al territorio, pie a tierra en la topografía clásica, desde aviones con las técnicas fotogramétricas, llegamos, a situar el punto de toma de datos en el espacio, obteniendo imágenes de la superficie terrestre, aplicando técnicas de teledetección desde satélites artificiales, que permiten avances esenciales en las posibilidades de obtención de información geográfica de cualquier lugar o rincón de la Tierra.

He enumerado en esta breve repaso el acontecer en el mundo cartográfico, los hitos más destacados del progreso de estas técnicas, a lo largo de los últimos quinientos años. De todos los períodos de tiempo que pudiéramos considerar, nunca antes la humanidad asistió a una transformación más profunda, que la que nos ha tocado vivir en la presente década. La introducción de las tecnologías informáticas en la cadena de producción cartográfica y , más aún, la utilización de facilidades informáticas en la gestión de los datos geográficos, de la moderna información geográfica, han permitido abrir el mundo cartográfico hacia la sociedad, integrándolo en todas las actividades de los distintos sectores económico-sociales que tienen que desarrollarse, como decía antes, en referencia al territorio.

En los primeros trabajos cartográficos, realizados en áreas geográficas reducidas, en el entorno geográfico próximo al de actividad de la población, era preciso un gran esfuerzo físico, había que recorrer el terreno pie a tierra, con todo el equipo topográfico preciso, dilatándose, también, los períodos de ejecución de los levanta-

mientos cartográficos. Estas fueron los primeras fuentes de información geográfica, extendidas posteriormente al levantamiento cartografía general de países europeos, que como en el caso de España dieron lugar al Mapa Topográfico Nacional a escala 1/50.000. Fue ésta una enorme tarea a la que se dedicaron en nuestro IGN los mejores esfuerzos desde el año 1875, en que se publicó la primera hoja, hasta su finalización en 1967. Trabajos en todo caso, de escaso rendimiento si se tienen en cuenta la magnitud de los medios empleados, y los prolongados períodos de tiempo para su ejecución.

La renovación tecnológica, fue sin duda el pilar que asentó el progreso de las ciencias geográficas. Han sido las mejoras de precisión de los equipos de medida, teodolitos y distanciómetros; la aplicación de las técnicas de fotogrametría, la teledetección, la mejora de los procedimientos de cálculo y compensación geodesica, y la informática, los que permitieron escalar y conseguir nuevos peldaños en los rendimientos de las tareas cartográficas para la producción de mapas. Se vínculo así, de manera directa la mejora de la calidad cartográfica al desarrollo tecnológico. Es ahora, en los últimos años cuando la curva que representa la relación "calidad cartográfica"-"desarrollo tecnológico", se dispara exponencialmente en su trazado para alcanzar altos standard de calidad, disponibilidad y capacidad de gestión de los datos geográficos.

LOS FACTORES DE CAMBIO

A grandes rasgos este es el marco con el que llegamos a los años noventa, que nos sitúa ante una transformación acelerada en el sector cartográfico, tanto en el industrial, como en el productor de datos. También en el usuario, que por primera vez va a disponer de nuevas capacidades técnicas de gestión de esos datos. Este período de tiempo en el que se producen cambios muy profundos, como veremos, está siendo impulsado por varios factores concurrentes, que van a facilitar la elaboración de información geográfica y su utilización por parte de los usuarios. Estos factores son:

- Incorporación de nuevas tecnologías informáticas en los levantamientos cartográficos y en la toma de datos en campo, con la consiguiente automatización de los procesos productivos y de actualización, abaratamiento progresivo de los equipamientos y reducción de costes económicos y plazos de tiempo en la ejecución de los proyectos.
- La innovación tecnológica en el proceso de obtención de fotos aéreas y posible utilización de vuelos a gran altura, la utilización de la teledetección en aplicaciones cartográficas para estudios de medioambiente y de evaluación de recursos naturales y la utilización de las técnicas GPS (Goblal Positioning System), así como, la implantación futura del GPS diferencial sobre el territorio, que permitirán el posicionamiento dentro del entorno de los cinco metros de incertidumbre, están transformando de manera innovadora la obtención de datos referenciados geográficamente sobre el territorio.

Es preciso resaltar aquí la estandarización que se deriva en las características de la información geográfica, su armonización y consiguiente internacionalización, al obtenerse por medios que superan las barreras nacionales por estar implantados con carácter global sobre nuestro planeta, y poder ser obtenidos sobre cualquier punto o país de la tierra, sin limitación alguna, una vez disponibles los equipamientos

tecnológicos para la recepción y manejo de los datos.

- La oferta comercial de Sistemas de Información Geográfica, con recortes muy significativos de precios en el transcurso del tiempo, que facilitan una moderna explotación de información integrada, geográfica en sus aspectos básicos, y temática en cuanto a los datos aportados para las aplicaciones específicas que se requiera para la gestión empresarial, pública o privada.
- La progresiva aparición de circunstancias favorables para el desarrollo de un mercado cartográfico y de la información geográfica, en España, basado en la mejora sustantiva en el nivel de conocimiento de las posibilidades de explotación de la información geográfica, por parte de los sectores económicos y sociales destinatarios de estos datos, en aplicaciones de gestión de informaciones sectoriales referenciadas geográficamente. Este mercado aparece ya en los últimos años en países europeos como Inglaterra, Francia, Países Escandinavos, Alemania, en el norte de América USA y Canadá.

A la abundante oferta comercial de equipos informáticos y SIG básicos, se tiene que unir la oferta de datos geográficos en soporte digital y, también, es preciso significarlo de manera destacada, la oferta de empresas de ingeniería geográfica capaces de adaptar y elaborar aplicaciones, integrando "hardware" "software" y "datos territoriales" en SIG aplicados a resolver las necesidades de gestión de profesionales, empresas y organismos de la Administración.

- La financiación de proyectos cartográficos en distintos países en vías de desarrollo por parte de organismos económicos internacionales, como la Banca Mundial, viene a ser un factor de impulso de la actividad del mercado cartográfico mundial que empieza también ahora a mostrar sus primeros efectos en las empresas y organismos cartográficos nacionales.

Estos proyectos, de carácter internacional, están orientados a la elaboración de cartografía, en su faceta de base de referenciación de información geográfica, en proyectos medioambientales y de catastro. Como se puede adivinar son proyectos de gran volumen económico que pueden producir importantes recursos financieros al sector cartográfico español.

Los factores de cambio, que vuelven a mostrar el valor de las nuevas tecnologías, en un proceso no sólo modernizador sino también con aspecto singulares de carácter innovador, en el levantamiento de mapas, traen consigo en los primeros años 90, una progresiva limitación, y en cierto modo paralización, de las actividades de producción cartográfica con los métodos tradicionales, que hacían uso de soportes analógicos, para sustituirlos por aquellos otros que haciendo uso de metolologías informáticas mejoran sustancialmente los procesos productivos. Desaparecen con ello las inversiones presupuestarias en el equipamiento y realización de mapas tradicionales y se canalizan, definitivamente, hacia su aplicación en las nuevas tecnologías.

LAS NUEVAS ORIENTACIONES EN MATERIA DE INFORMACION GEOGRAFICA

En este marco se produce una profunda transformación en la actividad de producción cartográfica de los Institutos Geográficos de los países más

desarrollados, y naturalmente del IGN español. Los objetivos fijados, hasta el principio de esta década, en la obtención de mapas impresos han sido modificados para producir mapas en soporte digital.

En los primeros momentos, durante los años 80, se establecieron ambiciosos procesos de digitalización de mapas impresos para formar las primeras bases cartográficas numéricas, como es nuestro caso con el proyecto de la Base Cartográfica Numérica, BCN-200, formado por digitalización de los mapas provinciales a escala 1/200.000, y posterior codificación y formación topológica, así como del Modelo Digital del Terreno MDT 200, que define morfológicamente el territorio con una cota en cada uno de los vértices de una cuadrícula UTM de 200 mts. que cubre todo el territorio nacional.

Se transforman, de este modo, las tareas de elaboración del mapa impreso en colores, se llega a él a través de un proceso informatizado que hace uso de modernos recursos tecnológicos. Pero el mapa impreso en soporte papel debe ser considerado como tan sólo uno de los productos finales en este proceso. El otro es el que se deriva de la carga en base de datos de la información elaborada en soporte digital en el proceso de formación del mapa, el que va a ser el mapa continuo del territorio disponible en soporte digital, es decir, la base nacional de datos topográficos o, en términos ya acuñados, la Base Cartográfica Numérica BCN-25 con el Modelo Digital del Terreno, MDT-25, asociado.

La base Cartográfica Numérica, y esto es una de las transformaciones conceptuales de los últimos años se convierte en el marco o infraestructura de referencia para la integración de otras bases de datos, aportando un elemento integrador común de carácter geográfico. No debemos perder de vista que existen estimaciones de que el 85 % de las bases de datos de empresas y organismos de las administraciones públicas, tienen atributos geográficos y son por lo tanto susceptibles de ser referenciados geográficamente sobre el territorio.

En el concepto tradicional el usuario de datos geográficos obtenía la información geográfica que era precisa para sus estudios o aplicaciones, extrayéndola de los mapas disponibles. Hoy este concepto se ha invertido una vez que está disponible la información geográfica en soporte digital, replica del contenido del mapa topográfico impreso, de tal manera que el usuario tiene a su disposición inmediata, a través de procedimiento informáticos, datos o elaboraciones de los datos, que por otra parte pueden ser utilizados para referenciar sobre ellos informaciones de carácter concreto, específico, que sirven para elaborar el SIG o aplicación cartográfica que cubre las necesidades del usuario.

Se superan con las Bases Cartográficas Numéricas del IGN dificultades en relación con la eterogeneidad de los datos, ya que se consigue extender la información geográfica en soporte digital, a la totalidad de la geografía española, en un mapa continuo que no está limitado el concepto de hoja, municipio, provincia o comunidad autónoma, información geográfica que puede ser recuperada, por otra parte, en cualquier entorno geográfico que se define, en la petición a la base de datos.

También se aporta a la sociedad, con las BCN, un soporte digital común para todos los usuarios de información geográfica, que evitaran las repeticiones, hasta ahora muy frecuentes, de elaboración de cartografía, con diferentes soportes, que pueden impedir o dificultar la relación entre di-

ferentes SIG. Por otra parte las Bases Cartográficas Numéricas, que reúnen los requisitos de precisión y calidad homologables con los proyectos más avanzados de otros países europeos, podrán ser actualizados periódicamente en sus contenidos, con lo que reúnen las condiciones que se requieren para servir de soporte homogéneo para la utilización en proyectos cartográficos y en la referenciación de diferentes bases de datos.

Se considera también las Bases Cartográficas Numéricas como referencia obligada en la gestión de datos públicos ya que en ellas quedará establecida la responsabilidad legal de los datos. También se integrarán en los proyectos europeos que tiene por objetivo la elaboración de productos cartográficos homogéneos y extendidos a todos los países de la Unión Europea, para servir de base a los distintos organismos comunitarios, que como EUROSTAT, precisan en soporte geográfico único para la referenciación, gestión y divulgación de sus datos estadísticos, socio-económicos, medioambientales o de las grandes redes de transportes.

Las Bases de datos topográficos, Base Cartográfica Numérica, pueden ser consideradas como el nuevo producto elaborado para servir de soporte a la actividad del moderno sector cartográfico. La aplicación de las nuevas tecnologías, en relación con la información geográfica, han puesto a nuestra disposición un amplio abanico de medios que van desde los cada vez más potentes ordenadores personales, hasta los sistemas de posicionamiento GPS, que simplifican y agilizan la toma de datos y facilitan unas mejores condiciones para la ejecución de los trabajos de campo, la homogeneización y previsión de los datos y su procesamiento posterior.

La teledetección ya es, también, un instrumento integrado no sólo en tareas de gestión de geoinformación, proporciona enormes cantidades de datos territoriales y servirá como primer instrumento a la cartografía en la actualización de bases cartográficas; pero ya extiende sus aplicaciones como elemento básico en los trabajos de seguimiento del estado de los usos del suelo, estadísticas agrícolas y desde luego como primer soporte a nivel mundial, de estudios medioambientales.

Lo que eran expectativas a principios de esta década, las posibilidades que se abrían al sector ante la aplicación de tecnologías avanzadas en la informática y las telecomunicaciones, han dado paso a realidades consolidadas, a instrumentos de gestión que han sido asumidos e integrados plenamente en las actividades relacionadas con el territorio, la cartografía y la información geográfica. Son precisamente las bases cartográficas numéricas, el GPS y la teledetección realidades actuales y también los motores de arrastre de este sector hacia el futuro.

¿Que podemos esperar en este futuro?; ¿Cual sería el marco en el que este sector entra en el año 2000?, son preguntas que tienen una respuesta en el esfuerzo que se realiza en la explotación de las tecnologías avanzadas, que han de conducir a avances espectaculares en las ciencias geográficas.

Las Bases de datos geográficos, las bases cartográficas numéricas, podrán ver su utilización generalizada por la creciente capacidad operativa de los ordenadores personales, unidos a redes de transmisión de datos que facilitaran la salida de datos y su transmisión hacia los usuarios, que a su vez de esta forma encontrarán la posibilidad de relacionar sus bases de datos temáticos en la dimensión geográfica. En la

futura gestión de estas bases cartográficas, actualización de sus datos y soportes o vehículos para su comercialización, continúa, siendo realidad esa constante en la historia de la cartografía, que es la incorporación de los nuevos avances, siguiendo el ritmo, que marque el desarrollo tecnológico, Ya asistimos a la incorporación a la distribución de productos de soportes de alta capacidad, disco óptico, video y CD-ROM, extendiéndose, en consecuencia el número de utilizadores de información geográfica, en sectores muy diversos, en base a aplicaciones que hacen posible la integración de productos multimedia.

Si hoy la constelación de satélites GPS proporciona la posibilidad de que cualquier usuario puede determinar su posición en cualquier lugar del mundo, en aplicaciones de precisión geodesica o meramente utilitaria con errores del orden de los cien metros; en el futuro podrán alcanzarse precisiones en el entorno de los cinco metros, en todo el territorio y en tiempo real, mediante la implantación del GPS diferencial.

Se trata, en este caso, de instalar un receptor de GPS en una posición conocida, un vértice geodésico o punto de coordenadas precisas, como "receptor de referencia". Comparando esta posición geográfica real con la obtenida a través del receptor GPS, conoceremos la magnitud del error de la señal GPS. El error en sus componentes X, Y, Z, se transmite a otros receptores que pueden corregir de este modo su error de posición. Esta transmisión de datos de corrección diferencial se realiza a través de la emisión de señales radio en frecuencia modulada, por el sistema RDS, "Radio Data System". Se añade a la señal FM, un "canal de datos" inaudible para el oyente, pero detectable por un decodificador.

En nuestro país existe un proyecto concreto entre el Centro Nacional de Información Geográfica y Radio Nacional de España, para implantar el sistema GPS diferencial, utilizando como vía de transmisión de datos la infraestructura de equipamiento y las emisiones de FM de RNE, que cubren todo el territorio, en base a criterios comerciales de prestación del servicio a través de una cuotas de abono que permitan su funcionamiento financiero autónomo.

Una aplicación inmediata será la utilización del GPS diferencial, junto con la cartografía digital, náutica o terrestre, en los sistemas de navegación marítima, en zonas comprometidas que exigen navegación de precisión y también como sistema de navegación para el automóvil. En este último caso será posible el control y seguimiento de flotas de automóviles, en proyectos de distribución de mercancías, seguimiento de vehículos en misiones de seguridad o en el caso de transporte de productos peligrosos, rentabilización y optimización de recorridos e itinerarios, entre otros muchas aplicaciones, tanto en lo que se refiere a pequeños usuarios como a grandes empresas y organismos o empresas de carácter estatal que desarrollan actividades de prestación de servicios en el ámbito municipal o autonómico.

En el caso de nuestro país la transformación de objetivos para la modernización del proceso productivo de la cartografía hizo que dentro de la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional se planificase el desarrollo de aplicaciones geográficas basadas en la utilización de nuevas tecnologías de tal manera que, en los primeros años de la presente década, la sociedad española dispusiera de una base cartográfica extendida a todo el territorio nacional. No era este un proyecto utópico, sino un pro-

yecto realista que se concretó en la BCN 200, y en el MDT 200, antes señalados. La experiencia obtenida con este proyecto de datos geográficos en soporte digital, permitió abordar, en condiciones de suficiente garantía técnica y de aplicación y utilidad final de los datos, el más ambicioso proyecto de BCN 25 y MDT 25, que se está desarrollando en estos momentos. Se realiza en un proceso tecnológico avanzado, totalmente informatizado en todas sus fases, que nos situará en el año 2000, con un instrumento de gestión cartográfica poderosísimo, que asegura la calidad de la representación geográfica del territorio, sin generalizaciones cartográficas, a partir de datos obtenidos directamente por restitución numérica, de rigurosa precisión y reuniendo todos los requerimientos técnicos para constituir la cartografía de base española que puede integrar otras bases de datos topográficos de carácter autonómico en un mapa continuo, digital de nuestro territorio.

Con este mismo objetivo el IGN avanzó en el terreno de la teledetección, con los proyectos de carácter nacional que han permitido tener en el año 1992 el territorio cubierto con imágenes españolas, a escala 1/100.000, en soporte analógico y digital, abordar el proyecto CORINE de la CEE de formación de un Mapa de Usos del Suelo, con 64 clases de ocupación del territorio, a escala 1/100.000 en soporte digital y también tomar parte en proyectos internacionales como el de la creación de una base de datos medioambiental del Mediterráneo, formando parte del Grupo de Interés Económico Euromed, con la responsabilidad actual, atribuida al IGN, de asumir la dirección del proyecto en Marruecos.

Los nuevos planteamientos en la producción cartográfica, encaminados a la informatización de todos los procesos ya la oferta de información geográfica en soporte digital, se han visto acompañados en el terreno organizativo con la creación del CNIG, organismo autónomo de carácter comercial, con la misión de transferir hacia la sociedad los productos geográficos elaborados por el IGN, siguiendo las pautas existentes en los países avanzados.

Se inicia de esta manera una nueva línea que pretende hacer llegar la información geográfica a los usuarios de la manera más eficaz posible. Se considera así que los clientes que demandan mapas o datos a IGN-CNIG, deben obtener la respuesta adecuada en datos exactos, precisos y actualizados disponibles con inmediated sin trámites administrativos, en cercanía al ciudadano. La vía comercial, que cuanta con más de veinte años de experiencia, de gran éxito e implantación social, en Institutos Geográficos como es el caso de Francia, Inglaterra o Canadá, es un instrumento de modernización del IGN-CNIG, que le obliga a satisfacer de manera adecuada las necesidades de la sociedad, con políticas de producción de datos cada vez más ajustados a las necesidades de los usuarios y en el caso de la moderna información geográfica a los requerimientos del sector industrial; influyendo positivamente en el desarrollo del conocimiento y cultura cartográfica de la sociedad y, también, generando ingresos por venta de productos, de recursos propios de autofinanciación presupuestaria, que han de ser un baremo de medida del grado en que cumple con las responsabilidades que tiene atribuidas, y de la aceptación social de su labor, con la consiguiente reducción del gasto público en los presupuestos generales del Estado.

En el campo de la actividad internacional se están produciendo iniciati-

vas de colaboración entre los distintos institutos geográficos de países europeos, como es el caso del proyecto comercial MEGRIN, iniciado dentro del Comité Europeo de Representantes de la Cartografía Oficial (CERCO), que por medio de un Memorándum de Acuerdo de diecisiete países, se plantea el objetivo de producir y comercializar información geográfica europea, homogénea y unificada, a partir de los datos elaborados en cada uno de los países. El CNIG participa dentro de MEGRIN, formando parte de su Consejo de Administración, en base a los criterios comerciales de aportación de datos básicos y fondos económicos para la financiación de los proyectos; en ejecución en estos momentos, los de líneas límite administrativas europeas, a nivel de término municipal, y el del directorio cartográfico, que se ejecutan atendiendo a criterios de oportunidad de mercado y demanda de productos por parte de empresas multinacionales y de los organismos públicos de las Comunidades Europeas, principales clientes de estos productos geográficos.

Otra muestra del posicionamiento del IGN-CNIG en la actividad internacional, con planteamientos de futuro, lo constituye la participación del CNIG en el proyecto OMEGA, junto con el IGN Francia, el Ordnance Survey de Inglaterra y las empresas MVA Systematica y Longman Geoinformación, con la reciente incorporación de MEGRIN, para la elaboración de un directorio de información geográfica europea, en CD-ROM, que cuenta con la aprobación final como proyecto IMPACT.

Se participa también en la sociedad francesa IGN Francia Internacional, de mayoría de capital del propio IGN-F, al haber sido invitado el CNIG, junto con una empresa francesas y una italiana, a tomar un 8% del capital en la ampliación realizada en el segundo semestre del pasado año. Con ello se inicia la formación de un gran grupo europeo para la realización de grandes proyectos cartográficos internacionales, en el que esta organización pueda llevar a cabo con el adecuado posicionamiento en el futuro inmediato, la captación de importantes cuotas de mercado cartográfico mundial.

En esta misma línea asistiremos en España, a una mayor profundización de la colaboración entre el sector público y el sector privado, en proyectos conjuntos de elaboración de productos de valor añadido y en el apoyo, por parte del IGN-CNIG, de aquellas iniciativas que conduzcan al mejor posicionamiento, de nuestro sector cartográfico, en concursos internacionales para la elaboración de información geográfica y cartográfica, o de la misma forma, en el impulso de la colaboración en aquellos proyectos de transferencia de tecnología hacia países de la Comunidad Iberoamericana de Naciones. Esta línea de trabajo conducirá a mejorar la presencia española en el campo internacional, en el ámbito de la cooperación y desarrollo con otros países y en la vía comercial, que contribuirá a la captación de recursos financieros, mediante la participación en concursos financiados por la Banca Mundial u otras Instituciones de carácter económico, en beneficio del desarrollo y consolidación del sector cartográfico español.

XX CONGRESO DE LA FIG

(Melbourne, Australia, 5-12 de marzo de 1994)

La historia del XX Congreso de la FIG se puede contar de muchas maneras. Estadísticamente fue todo un éxito, ya que asistieron más delegados que a cualquiera de los anteriores congresos. El número total de inscripciones fue de 1390 (incluidos 207 estudiantes) junto con 423 acompañantes y 62 expositores. Estuvieron representados por sus delegados, más países (80) que en congresos anteriores. La información estadística completa y un informe detallado del Congreso se publicará en breve en un Volumen 0, que se hará llegar a todo aquel que lo solicite.

A pesar de los impresionante de las cifras, el éxito real del Congreso radicó en la energía y el entusiasmo de los participantes. Se crearon y estrecharon lazos de unión entre personas y países, dándose muchos pasos relevantes en el sentido de responder a los numerosos interrogantes que se le plantean a la profesión de topógrafo en este final del siglo XX.

Antes de comenzar el Congreso, el Bureau y los delegados de algunos países en vías de desarrollo celebraron una fructífera mesa redonda, de un día de duración, con representantes de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), sobre el tema "Futura colaboración entre la FAO y la FIG para la Reforma Catastral en las Economías Rurales en Transición".

Más de 900 personas asistieron al primer acto del Congreso, la Recepción de Bienvenida, celebrada en el Gran Salón del Victorian Arts Centre. La Ceremonia de Apertura tuvo lugar en el teatro John Batman, superando el número de asistentes (cerca de 1800) con creces el aforo, lo que obligó a que muchos de ellos presenciaran el acto, por circuito cerrado de televisión, en el teatro Latrobe. El tema del Congreso, "cambios globales en la Topografía", estuvo presente en muchos elementos de esta ceremonia, que comenzó con una excepcional exposición sobre el papel jugado por los topógrafos en el desarrollo de Australia, seguida de los discursos de bienvenida pronunciados por Richard Brown, presidente de la asociación anfitriona, la Institución de Topógrafos de Australia, John Parker, Topógrafo General del Estado de Victoria, en representación del Gobierno de Victoria, y de Ivan Mueller, Vicepresidente de la Unión Internacional de Topografía y Cartografía, en representación de la comunidad topográfica internacional.

El Gobernador de Victoria, Su Excelencia el Honorable Richard McGarvie, presidió el acto y abrió oficialmente el Congreso. El Presidente de la FIG, Earl James, pronunció un discurso memorable en el que hizo referencia, entre otras cosas, a la amplia gama de actividades de los topógrafos modernos, la importancia de los mecanismos de intercambio de información tales como este Congreso, las relaciones de la FIG con la ONU y sus agencias y a la importancia de que el Comité Permanente asuma un papel más activo en la orientación de la política de la FIG. Acto seguido, hizo entrega del Premio del Congreso a la Srta. Mele Rakai, de Islas Fiji, por su ponencia sobre "La incorporación de los conceptos tradicionales de la pose-

sión de la tierra a los conceptos innovadores de los Sistemas de Información Territorial a nivel mundial".

El Maestro de ceremonias, Charles Tingwell, informó a los presentes que el Director del Congreso, Ray Holmes, había sido recientemente nombrado el primer Doctor Honorario en Topografía por la Universidad de Melbourne; esta noticia fue recibida con numerosos aplausos por parte del público.

El acto fue amenizado con música, representaciones y cuadros de baile, por el conjunto sinfónico de viento del Scotch College, los estudiantes de la National Ballet School y el coro de la St. Judes Parish School.

Los discursos del Dr Peter Ellyard, titulado "Un paradigma planetario emergente: el profesionalismo en un siglo XXI planetario independiente", y del Dr. James Riddell, de la FAO, titulado "Los Sistemas de Información Territorial y la Reforma Catastral en el desarrollo rural; un reto para la FAO y la FIG", dieron el tono de un Congreso resueltamente enfocado hacia el futuro.

La participación en las sesiones técnicas, sesiones especiales, actos sociales y en los numerosos grupos de debate, tanto organizados como espontáneos, aseguraron un alto nivel de interés durante toda la semana. Un total de 343 ponencias fueron editadas en 9 volúmenes, que suman un total de 3615 páginas.

El recurrir a los servicios de gran número de estudiantes como ayudantes, monitores e informadores, fue una innovación de gran utilidad. Todos los trabajadores del Congreso llevaban camisas rojas, para hacerles más facilmente identificables y accesibles para indicar direcciones o informar a las numerosas personas que tenían problemas de orientación en los grandes espacios del World Congress Centre.

La exposición comercial y técnica obtuvo muchos comentarios positivos de todos los que la visitaron. El hecho de agrupar todos los stands en una misma zona, facilitó una vista global y permitió al público acercarse y preguntar a los responsables de los mismos. El acto de inauguración de la exposición fue realizado por el Presidente de la FIG, Earl James.

Las visitas técnicas constituyeron una parte importante del programa técnico. Se organizaron 15 excursiones diferentes, a las que asistieron los delegados de cada Comisión. También se organizó un programa exhaustivo de excursiones y visitas para los acompañantes, el cual tenía ocupadas todas sus plazas antes de comenzar el Congreso. Veinte excursiones diferentes y muchos otros actos especiales proporcionaron un amplio abanico de actividades, que fueron muy populares y permitieron a los delegados experimentar muchos aspectos de la vida en Australia.

En las reuniones del Comité Permanente y de la Asamblea General estuvieron representadas 41 asociaciones miembros.

Al banquete asistieron cerca de 850 personas, que fueron agasajadas con una serie de actuaciones, entre ellas el discurso de Campbell McComas, que dio a todos los presentes muy buenas razones para comenzar a planificar su asistencia al XXI Congreso de la FIG en Brighton, Reino Unido, en 1998.

Durante la sesión de clausura de la Asamblea General, se entregó el "certificado de miembro" a los representantes de las 16 asociaciones recien admitidas en la FIG. También se hizo entrega de los distintivos correspondientes al nuevo Presidente Honorario, Juha Talvitie (Finlandia) y a los nuevos Miembros Honorarios, Wally

Young (Canadá), Seppo Härmäla (Finlandia) y Jacques Tassou (Francia), y a los nuevos Presidentes de Comisión. Se entregaron diplomas de agradecimiento a la Dirección del Congreso y a la Sra. Beverly Heller, que fue la máxima responsable del programa social. Una corta pero emocionante ceremonia de clausura, seguida de una ceremonia de despedida, marcaron el punto final de este XX Congreso de la FIG.

COMITE PERMANENTE Y ASAMBLEA GENERAL

El día 6 de marzo se celebró la primera sesión de la 61 reunión del Comité Permanente (CP) de la FIG, en la que, entre otros, se tomaron los siguientes acuerdos:

- Aceptar las fechas de la 63 reunión del CP, a celebrarse en Argentina, del 15 al 19 de abril de 1996.
- Aceptar las fechas de la 64 reunión del CP, a celebrarse en Singapur, del 11 al 16 de mayo de 1997.
- Aceptar las fechas del XXI Congreso de la FIG, a celebrarse en Brighton, Reino Unido, del 18 al 25 de julio de 1998.
- Admitir como nuevos miembros de la FIG a:

  Sociedad de Topógrafos de Nepal

  Asociación Helena de Ingenieros Rurales y Topógrafos

  Sociedad Croata de Geodesia

  Institución Irlandesa de Topógrafos

  Asociación de Geodesia, Cartografía y Teledetección de Vietnam

  Ingenieros Geodésicos de Filipinas

  Sociedad de Topógrafos de Malta
- Nombrar a la Autoridad Nacional Topográfica del Sultanato de Omán "corresponsal institucional" de la FIG.
- Aceptar el cambio de nombre de la asociación miembro de Austria, antes "Asociación Austríaca de Topografía" y ahora "Asociación Austríaca de Topografía y Geoinformación".
- Aceptar el cambio de situación de la representación francesa, que a partir de ahora será la "Orden de Geómetras Expertos en cooperación con la Asociación Francesa de Topografía y la Asociación Francesa para la Información Geográfica".
- Admitir como patrocinadores de la FIG a las siguientes firmas comerciales:

  Carl Zeiss (Alemania)

  Geotronics (Suecia)

  Leica (Suiza)

  Schonstedt Instrument Co. (EEUU)
- Proponer a la Asamblea General la aceptación del nuevo Bureau, compuesto por:

  Presidente: Prof. Peter Dale (RU)

  Vicepresidente (Grupo A): Sr. Robert Foster (EEUU)

  Vicepresidente (Grupo B): Dr. Tom Kennie (RU)

Vicepresidente (Grupo C): Sr. Grahame Lindsay (Australia)

Secretario General: Capt. Keith Millen (RU)

Tesorero: Sr. Michael Rainbird (RU)

Director del Congreso: Sr. John Leonard (RU)

- Proponer como auditores para el próximo mandato a:

  Sr. Charles Challstromm (EEUU)

  Sr. John Curdie (Australia)

- Elegir a los Presidentes y Vicepresidentes de Comisión.

El lunes, 7 de marzo, se celebraron, de forma conjunta, la primera sesión de la Asamblea General y la segunda del CP, en la que destacan los siguientes acuerdos adoptados:

- Nombrar Presidente Honorario a Juha Talvitie (Finlandia)
- Nombrar Miembros Honorarios a Seppo Härmäla (Finlandia), Wally Youngs (Canadá) y Jacques Tassou (Francia).
- Crear una Comisión "ad hoc" sobre Historia de la Topografía, presidida por el Sr. Jan de Graeve.
- Crear una comisión de estudio para revisar la actual situación de la política de lenguas oficiales de la FIG, que deberá presentar sus conclusiones en la proxima reunión del CP, que se celebrará en Berlín en 1995.
- Realizar modificaciones en los Estatutos y Reglas Internas de la FIG (ver siguiente apartado).

El sábado, día 12, tuvo lugar la tercera y última sesión de la reunión del CP, en la que se decidió:

- Expulsar de la FIG por falta de pago a las asociaciones de Yugoslavia y Tanzania.
- Informar a los delegados del CP de las actividades que se desarrollarán durante la 62 reunión del CP en Berlín en 1995.
- Nombrar a Paul van der Molen Presidente de la Oficina Internacional del Catastro y Registro de la Propiedad, en sustitución del Prof. J. Henssen, el cual expresó su deseo de abandonar este cargo a partir de mayo de 1995.
- Cambiar el nombre de las Comisiones, que a partir de ahora se llamarán de la siguiente forma:

  Comisión 1: Normas y practica profesional

  Comisión 2: Educación profesional

  Comisión 3: Sistemas de Información Territorial

  Comisión 4: Hidrografía

  Comisión 5: Posicionamiento y medida

  Comisión 6: Levantamientos de ingeniería

  Comisión 7: Catastro y gestión territorial

  Comisión 8: Planificación y desarrollo territorial

  Comisión 9: Valoración y gestión inmobiliaria.

Por último, el Presidente Earl James agradeció a todos los presentes su asistencia y dio por cerrada la sesión, clausurando la 61 reunión del Comité Permanente de la FIG.

Todas las recomendaciones y decisiones adoptadas por el CP, fueron ratificadas en la segunda sesión de la Asamblea General, que se celebró tras la clausura del la reunión del CP.

En números posteriores de la revista publicaremos las resoluciones propuestas por las distintas Comisiones y aprobadas en esta Asamblea General.

MODIFICACION DE LOS ESTATUTOS Y REGLAS INTERNAS DE LA FIG

Artículo 48 y Regla Interna 2(2.1.2.)

Los Presidentes y Vicepresidentes de Comisión serán ahora elegidos para el período comprendido entre la conclusión de un Congreso y la del siguiente. De esta forma, se evita la interrupción de los trabajos de las Comisiones y de los preparativos del Congreso, causada por el cambio de titulares de los cargos entre Congresos, como se hacía hasta ahora.

Artículo 35

La transmisión de poderes de un Bureau a su sucesor se hará al final de la reunión del CP siguiente al Congreso o en los tres meses siguientes, con el propósito de que el traspaso se haga de una forma ordenada y eficiente que permita mantener de forma efectiva la administración de la FIG.

Regla Interna 6

El período comprendido entre dos reuniones del CP consecutivas, no será menor de 9 meses, siendo 12 meses el ideal. Las asociaciones organizadoras deberán, por lo tanto, ponerse de acuerdo en las fechas de celebración de ambas reuniones.

Artículos 30 y 48

El CP estudiará y establecerá los puntos de referencia de cada Comisión, a propuesta del Bureau. Se han cambiado los nombres de algunas Comisiones, para así describir de forma más adecuada el trabajo que actualmente realiza cada una de ellas.

AVISO Isidoro Sánchez, S. A.

Durante los días 7 y 8 de noviembre, se celebrarán las **JORNADAS DE GPS** organizadas por **Isidoro Sánchez, S.A.**

Todos aquellos que estén interesados deberán reservar plaza llamando a:

Isidoro Sánchez, S.A.
Srta. Amelia
Tel. (91) 467 53 63

EL cálculo y mantenimiento de la alineación tridimensional de raíles y cambios de vías

Abstract

Rail will become a more attractive transport choice if increased comfort, a higher design speed and better schedules can be achieved. From that point of view the task of a three-dimensional alignment design and maintenance system is essential. With the use of automated rail constructing machines, there is a need for the provission of the actual planned alignment in the most appropriate way, and the determination of the existing alignment in real time. In order to obtain the greatest flexibility in the planning of setting-out and monitoring networks, sophisticated methods are required in which objective criteria relating to the network quality have to be determined. Additionally, the provision of poweful global strategies for data analysis is essential for assistance in the making of engineering decisions. In the paper an integrated system is described for the design of horizontal, vertical and super elevation alignments, takin into account contraints while maintaining all consistency requirements. Problems with the automated processing of engineering survey data are discussed. Proposed solutions for appropriate management and analysis will be presented and evaluated on the basic of real implementations and experience. Particular attention is paid to the role of data flow design. Due to the global approach, and the consistency checks, an efficient tool is made available for the best fitting alignment, and generation of railway control maps necessary for the maintenance and alignment of the construction machines. The system has been used successfully by both the Swiss Railways Company (SBB) and the German Railways (DB and DR). Due to the general approach adopted, an extension was possible with respect to the design of switches, a task wich can now also be solved efficiently.

FIG
Melbourne-Australia
1994

J. BAHNDORF
Dr. Ing
F. GIELSDORF
Dipl. Ing
L. GRÜNDIG
Dr. Ing

Resume

Le train comme moyen de transport doit gagner d'attractivité. On pensé à plus de confort et au perfectionnement concertnant l'horaire et la vitesse.
Pour la réalisation technique de ce projet il est nécessaire, entre autre choses, de faire une planification du tracement à trois dimensions et de préparer les plan à l'automation. On prend ces plans et on rappelle les dates des traces et les rend disponibles au contrôle des machines pour la construction des rails.

INTRODUCCION

Tomando como ejemplo las vías de los modernos trenes de alta velocidad, se señalan los requisitos necesarios para la gestión de unos datos muy precisos y redundantes. Es una excelente demostración de lo que representa la síntesis de información geómetrica fiable, de alta precisión, junto con información descriptiva. Adicionalmente, ilustra el papel fundamental que los topógrafos desempeñan como nexo de unión entre las diversas profesiones que intervienen en este área pluridisciplinaria.

Los sistemas de información geodésica para los ferrocarriles, abarcan las partes de planificación y diseño del sistema, así como el almacenamiento y recuperación de la información. Está claro que la topografía suministra la información básica común a cada una

de las áreas interdisciplinarias individuales. Esto se hace aún más evidente cuando se examinan con detalle dichas áreas. Por ejemplo, los horarios de los trenes dependen tanto de las curvaturas de las alineaciones como del estado de las vías. Esto es debido a que las desviaciones de las alineaciones reales, con respecto a las planificadas, obligan a reducir las velocidades permitidas.

En el pasado, la información para la planificación se consideraba más importante que la requerida para el mantenimiento. Tanto es así,que en la actualidad muchas compañías dedicadas al suministro de sistemas de topografía para aplicaciones ferroviarias, todavía se anuncian o promocionan, casi en su totalidad, con respecto a sus posibilidades de planificación. En realidad, es mucho más importante el poder mantener los sistemas existentes, situación que sobre todo se presenta en áreas densamente pobladas, debido a las múltiples restriciones de planificación. En general, se necesita un control continuo de vías y, adicionalmente, una reconstrucción de las mismas, a la posicion planificada inicialmenta, cada dos años al menos. Debido al aumento de la velocidad de los trenes modernos, las grandes fuerzas que actúan sobre los raíles y los cambios han ocasionado un incremento en la importancia de la realineación.

Los requisitos básicos para abordar las tareas arriba mencionadas estriban en la disponibilidad de los siguientes sistemas:

- Proceso de mediciones geodésicas
- Determinación automática de los elementos de la alineación de un tramo de vía existente
- Alineación y optimización de vías
- Gestión y control de vías

En este artículo sólo se tratan el punto primero y los dos últimos. El restante es, sin embargo, tan importante como los anteriores y se detalla en Gründig et al. 1992.

ANALISIS DE LAS MEDICIONES DE LOS LEVANTAMIENTOS

Para la obtención de la geometría a partir de los levantamientos sobre el terreno, se requiere lo siguiente:

- Alta precisión con respecto a la proximidad de los puntos a determinar (<2 mm)
- Tratamiento simultáneo de todo tipo de observaciones
- Sencillo manejo del sistema
- Proceso de análisis automático
- Informes de errores
- Consistencia de los datos de las observaciones
- Soporte para la detección de fallos en las redes de levantamientos

En el pasado sólo se aplicaba un control de proximidad local y correciones de proximidad. Esto ya no es suficiente para los trenes de alta velocidad, debido a que se necesita un ajuste de alineación mucho más fino.

A fin de resolver, en la práctica, esta tarea, se diseñó el paquete de programas BETAN/NEPTAN, que tiene en cuenta los puntos arriba mencionados (L.Gründig, J.Bahndorf, 1988). El concepto básico de este sistema de análisis de datos topográficos, sigue la idea de transformar simultáneamente las observaciones de todo tipo, en coordenadas precisas y fiables.

El proceso de análisis comienza con las mediciones convencionales sobre el terreno. A continuación, se combinan mediciones de GPS con las terrestres, en un proceso de ajuste simultáneo que incluye la detección de fallos (Gründig et al. 1983b).

La detección automática de fallos en los datos se consigue mediante la adopción de filtros de errores finos sucesivos. Los filtros individuales se aplican como sigue:

1. A nivel de elemento individual
2. A nivel instrumental
3. A nivel de red, con control mutuo de coordenadas aproximadas
4. Por control mutuo en el ajuste

Las comprobaciones de datos incluyen la incompatibilidad, la mala identificación, las relaciones de proximidad, así como la fiabilidad y las comprobaciones finales de precisión.

LA ALINEACION HORIZONTAL Y VERTICAL COMO UN PROBLEMA DE AJUSTE

La tarea de optimización se describe mejor como sigue: Hallar unos valores paramétricos, para una secuencia dada de elementos de la alineación, de manera que los puntos de la alineación se sitúen a distancias dadas de un número dado de puntos fijados y dentro de unas tolerancias predefinidas (Gründig 1981).

En las técnicas convencionales para optimización de parámetros, con respecto a los puntos de constreñimiento, se comienza a partir de un conjunto de puntos y se comprueban, uno a uno, los puntos de constreñimiento. Si no ajustan, se permiten cambios elementales locales, mediante la introducción de elementos "tampón". Debido a que los parámetros más influyentes raramente coinciden con aquellos próximos a los de constreñimiento, esta estrategia está lejos de ser la óptima.

El método de los ajustes permite el cambio de todos los parámetros, a la vez que refuerza simultáneamente todas los constreñimientos, junto con la tolerancia de los puntos de constreñimiento. A fin de formular el problema de la optimización de una manera general, se identifican, primeramente, los parámetros necesarios y suficientes para cada elemento de la alineación. Al hacerlo de forma automática se garantiza la suavidad de la alineación. A continuación, se pueden establecer las condiciones geométricas, formulando el hecho de que, partiendo de un punto dado, la alineación eventualmente pasa por otro punto extremo dado, con una pendiente tangencial dada. Esta mismas condiciones geométricas pueden tambien establecerse en los puntos de constreñimiento. La solución de estas ecuaciones ocasiona una ligera modificación de los parámetros.

Los conjuntos de parámetros exclusivos para la línea recta, arcos y arcos de clotoide son:

l	longitud de la línea recta
R,l	radio y longitud del arco
l,Rp,Rf	parámetro de la clotoide y radio de los arcos de los elementos anterior y siguiente.

Si se dan las coordenadas del punto inicial, junto con el ángulo de su tangente, la alineación queda unívocamente definida por los parámetros mencionados. Cualquier otra especificación geométrica adicional sobredetermina la alineación. Esto es especialmente cierto para las coordenadas del punto final y el ángulo de la tangente en él. En dicho caso existen tres condiciones que aseguran que las coordenadas de dicho punto y el angulo de la tangente en él, son idénticos a aquellos obtenidos empleando funciones de los citados parámetros. Minimizando los residuos de todos o de parte de los parámetros de la alineación, y haciendo cumplir las tres condiciones,

se obtiene una solución consistente de todos los parámetros

Las siguientes ecuaciones son válidas para la alineación de una sección, entre los puntos a y b, de coordenadas x_a,x_b,y_a,y_b y tangentes t,t:

$$x_a+f(\text{parámetros})=x_b$$

$$y_a+f(\text{parámetros})=y_b$$

$$t_a+t(\text{parámetros})=t_b$$

Estas condiciones definen un sistema no lineal de ecuaciones de condición, que formulan los requisitos de consistencia para la alineación. Haciendo lineales las funciones f mediante el empleo de los valores iniciales disponibles, se obtiene un sistema lineal equivalente, que puede resolverse minimizando la suma ponderada de los cuadrados de los residuos de los parámetros por mínimos cuadrados.

Con este procedimiento sólo hay que resolver tres ecuaciones. La introducción de los constreñimientos conduce a una ecuación más en cada punto, estructurada de forma semejante. Dado que el número de puntos de constreñimiento es pequeño, con relación al número de parámetros, también es pequeño el sistema de ecuaciones a resolver. El procedimiento se caracteriza por una resolución simultánea de todos los parámetros candidatos a ser modificados, dando únicamente preferencia a aquellos requeridos. Un valor de cofactor individual permite influir en el resultado. Además, tiene las siguientes propiedades de optimización:

Un cofactor 0 para el parámetro "i" fuerza que el residuo de "i" sea cero. Una submatriz singular de cofactores, para algunos parámetros, fuerza la dependencia funcional de dichos parámetros. Los cofactores modificados automáticamente conducen a un concepto de optimización potente,en base a las funciones de penalización.

El método algorítmico puede tambien contemplarse como un método de elementos finitos. Los elementos : línea recta, arco y curva clotoide de transición, se consideran como elementos discretos.

El efecto de esta estrategia puede, así pues, describirse con el siguiente modelo:

— Imagínese un alambre de acero pretensado.

— Aplíquese el alambre entre los puntos inicial y final de la alineación empleando la mínima energía de torsión.

— Dóblese de nuevo el alambre con la mínima energía de torsión, a fin de que pase o cumpla los requisitos de los puntos obligados.

Esta es la estrategia que se ha seguido en el sistema de programas AXTRAN e integrado en VERM.ESN (Adelt,1992).

GESTION CONSISTENTE DE DATOS Y REQUISITOS DE USUARIO

Los requisitos de los usuarios de un sistema de gestión de base de datos de geometría ferroviaria, pueden exponerse mejor empleando ejemplos reales.

Ejemplo1:

Debido a trabajos realizados a lo largo de la vía del ferrocarril o debido a un accidente, hay que desviar un tren de alta velocidad. Hay que determinar un plan de desvío factible, aplicando el sistema de gestión de base de datos. Se necesita la siguiente información:

— Interconexiones lógicas de los tramos de vías (topología de vías).

— Dirección de los cambios de vías, dependientes del modo de utilización.
— Longitud de la ruta de desviación planificada.
— Radios, sobreelevaciones, inclinación.

Ejemplo 2:

Hay que analizar la desviación de la alineación de vías de un tramo de vía. Se necesita la siguiente información:

— Coordenadas de referencia de todos los puntos principales de alineación.
— Elementos de alineación de raíles que integran la vía correspondiente.
— Parámetros de los elementos de la alineación de raíles, con respecto a las componentes horizontal, vertical y de superelevación.

En todos los casos debe disponerse de los siguientes puntos:

— Actualidad de los datos.
— Consistencia de los datos (sin informaciones contradictorias).
— Acceso rápido a los datos y a las estructuras de los mismos.
— Que la información sea completa.

LOS DATOS

El primer paso en el diseño de la base de datos consiste en un adecuado análisis de la estructura de datos que se va a emplear. Los datos empleados en un sistema de base de datos de vías pueden subdividirse en dos grupos:

— Geométricos
— Topológicos

Los datos geométricos consisten en:

- Información con respecto a los puntos representativos de la alineación de vías:
  — Coordenadas horizontales
  — Altitud
  — Tipo de señales
- Información con respecto a los elementos de la vía:
  — Puntos inicial y final
  — Tipo de elemento
  — Parámetros del elemento

Los datos topológicos consisten en:

— Conectividad de las vías
— Información lógica con respecto a la dirección, dependiente del uso, de los cambios de vía
— Rutas ferroviarias como secuencia de conexiones preseleccionadas
— Información de gestión con el uso actual, tal como la denominación de las secuencias; nombre de las conexiones de líneas ; nombre y tipo de los cambios de vías.

La fig. 1 muestra la relación entre las informaciones geométrica

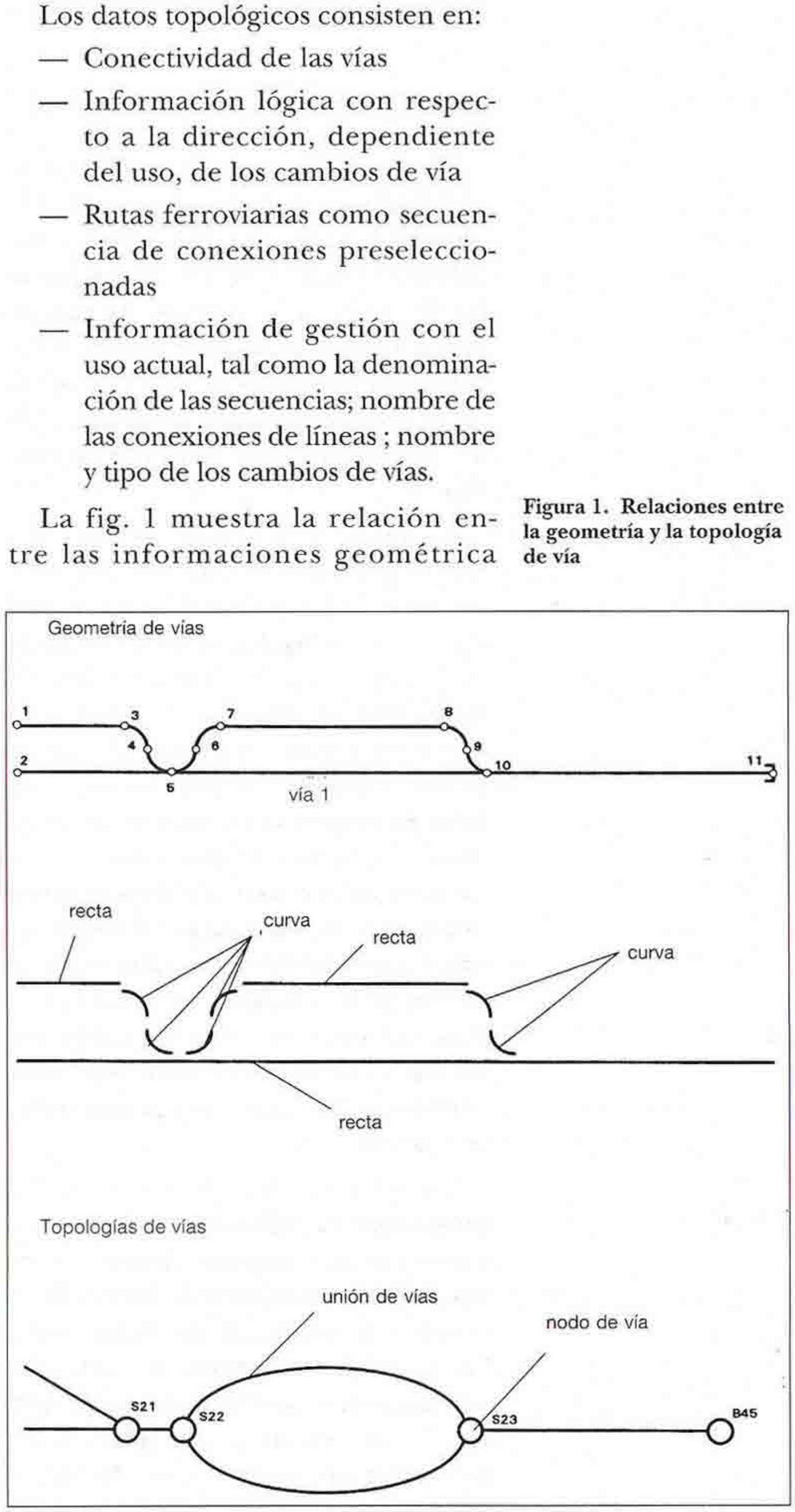


Figura 1. Relaciones entre la geometría y la topología de vía

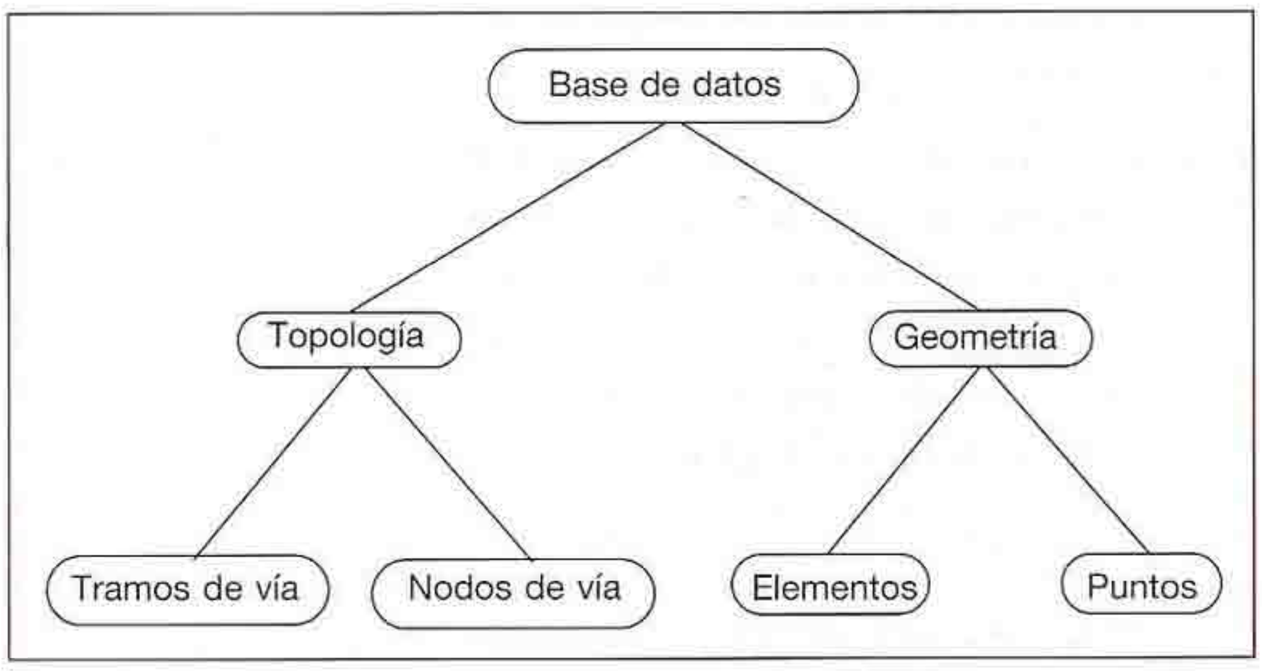


Figura 2. Modelo lógico de datos

y topológica. Cualquier geometría de vías puede modelarse topológicamente de esta forma. La inversa, sin embargo, no está definida unívocamente, ya que es posible modelar exactamente con la misma topología a múltiples geometrías de vía. Las relaciones entre geometría y topología son pues, del tipo n:1. La topología resulta de la abstracción de la información métrica de la información geométrica.

La información métrica se refiere siempre a puntos individuales, tales como coordenadas o cotas, o a elementos (radios, longitud ...).

EL MODELO LOGICO DE DATOS

Los datos deben modelarse de forma sistemática en el modelo lógico de datos. Debido a la complejidad de mantener los requisitos de consistencia de los diferentes tipos, resulta razonable el subdividir la base de datos en dos planos: geométrico y topológico (fig. 2).

RELACIONES ENTRE LOS DATOS GEOMÉTRICOS Y TOPOLOGICOS

El acceso a los datos geométricos mediante el modelo, y a partir del área de descripción topológica, y la tarea inversa de acceder a los datos topológicos a partir del área de datos geométricos, es posible si el camino de acceso se establece mediante claves de soporte adecuadamente elegidas. Por otro lado, hay que mantener una separación estricta entre los datos topológicos y geométricos, a fin de maximizar la integridad y consistencia de los datos.

Los datos topológicos pueden organizarse en dos estructuras de base de datos principales:

— La base de datos de nodos de vía

— La base de datos de tramos de vía

Un punto geométrico representativo puede añadirse a cada nodo lógico de vía. La geometría del punto inicial representativo del nodo lógico "cambio de vía" suministraría la información necesaria para el acceso geométrico al cambio.

La estructura de datos de los nodos de vía contiene los nombres de los nodos y la dirección del punto representativo. Es así posible el tener acceso a las coordenadas y a la cota del punto representativo, a través del nombre del nodo.

Los conjuntos de datos, de la base de datos de tramos de vía, siempre incluyen los nombres de los nodos inicial y final, el número de vía y una secuencia ordenada de las direcciones de los puntos. Las direcciones de los puntos corresponden a los puntos inicial y final de una secuencia de elementos geométricos, que puede ligarse, total o parcialmente, a un tramo individual de vía.

Debido al procedimiento descrito, los elementos no necesitan partirse en dos o más elementos del mismo tipo de geometría. Así se garantiza un único acceso a la geometría correcta, vía información topológica y viceversa

LA ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS

Los conjuntos de datos de la base de datos deben estructurarse de forma que las relaciones resultantes reflejen con detalle las características de los datos a gestionar. La fig. 3 muestra una estructura factible para una base de datos de vías ferroviarias . Los datos se ligan a los planos lógicos (geometría, topología, datos lineales). El diagrama muestra los conjuntos de datos en sus casillas rectangulares, en tanto que las claves de acceso, que relacionan entre sí a los conjuntos de datos, se representan mediante elipses. Las flechas muestran las vias de acceso.

CONSISTENCIA DE LOS DATOS

El aspecto más esencial de los procedimientos de gestión de datos es la conservación de la consistencia de los mismos. Cada modificación de los datos puede introducir errores. De ahí que halla que incorporar al modelo comprobaciones de la consistencia de los datos. La consistencia sólo puede comprobarse si existe un cierto nivel de redundancia implícito en los datos. Este requisito está en contradiccion con las aplicaciones estandar de base de datos, donde sólo se permite la redundancia en las claves de atributos. Tales datos no reflejan, sin embargo, la extremadamente alta dependencia geométrica interna de los objetos complejos en ingeniería, lo cual es especialmente obvio en la gestión ferroviaria.

El prerrequisito de cualquier comprobación de consistencia es una definición completa de las condiciones de consistencia. A efectos de comprobaciones de consistencia, la base de datos de alineaciones de vías se puede clasificar de acuerdo con tres criterios:

1. La base de datos con la que se relaciona.
2. El grado de interrelación e interdependencia de los datos con los que se relaciona (dentro de un conjunto de datos, dentro de una base de datos que conecta o relaciona bases de datos).
3. La geometría y la topología.

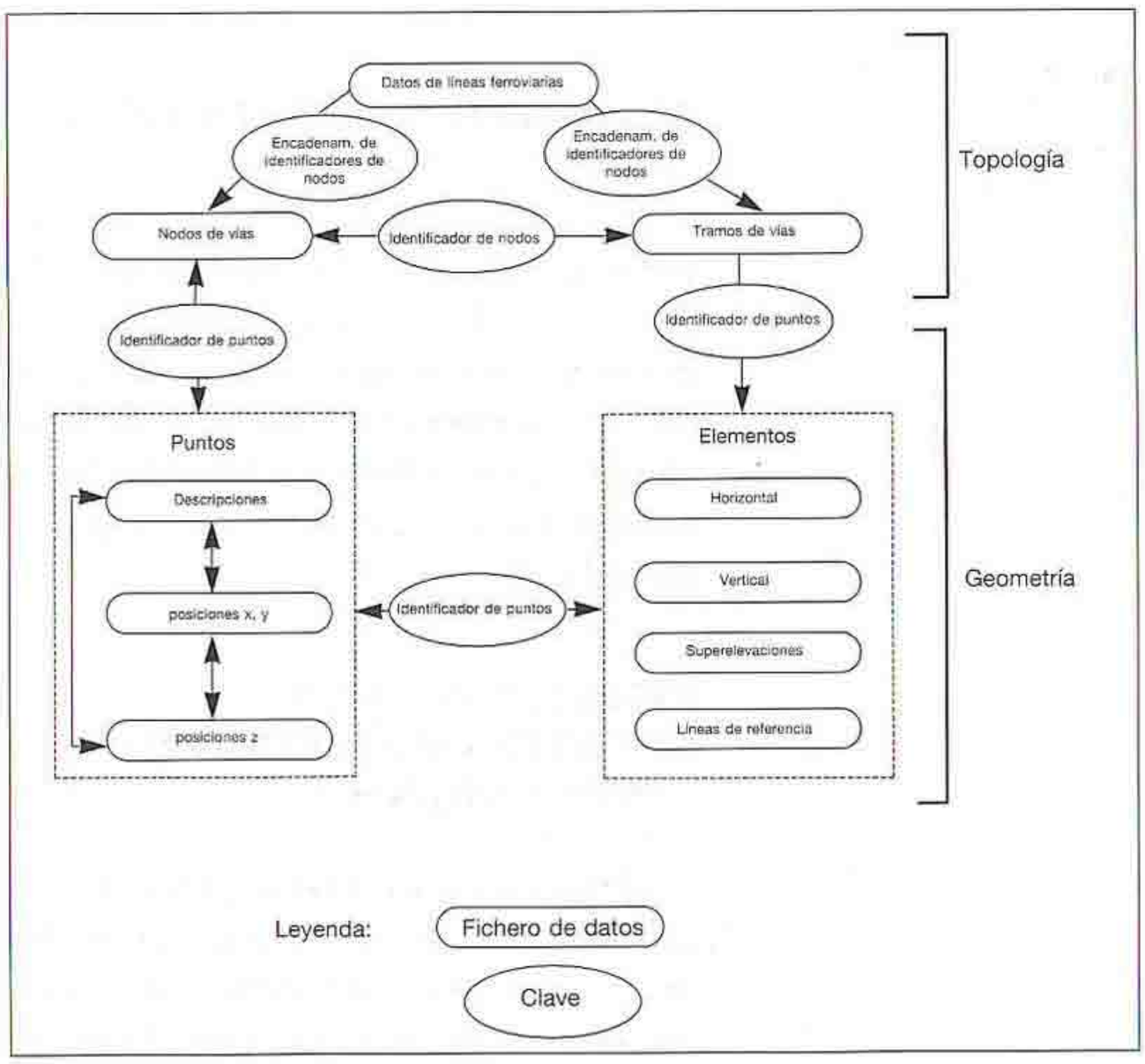
Algunas de las condiciones esenciales para que los datos sean consistentes son:

— Los datos se situan en áreas definidas de valores permitidos (condición estática).

— Cada punto sólo puede existir una sola vez en la base de datos, aunque puede tener varios valores de coordenadas o expresarse en diversos sistemas de coordenadas.

— Las combinaciones de puntos iniciales y finales estan unívocamente definidos en los elementos de la base de datos.

Figura 3. Estructura de la base de datos



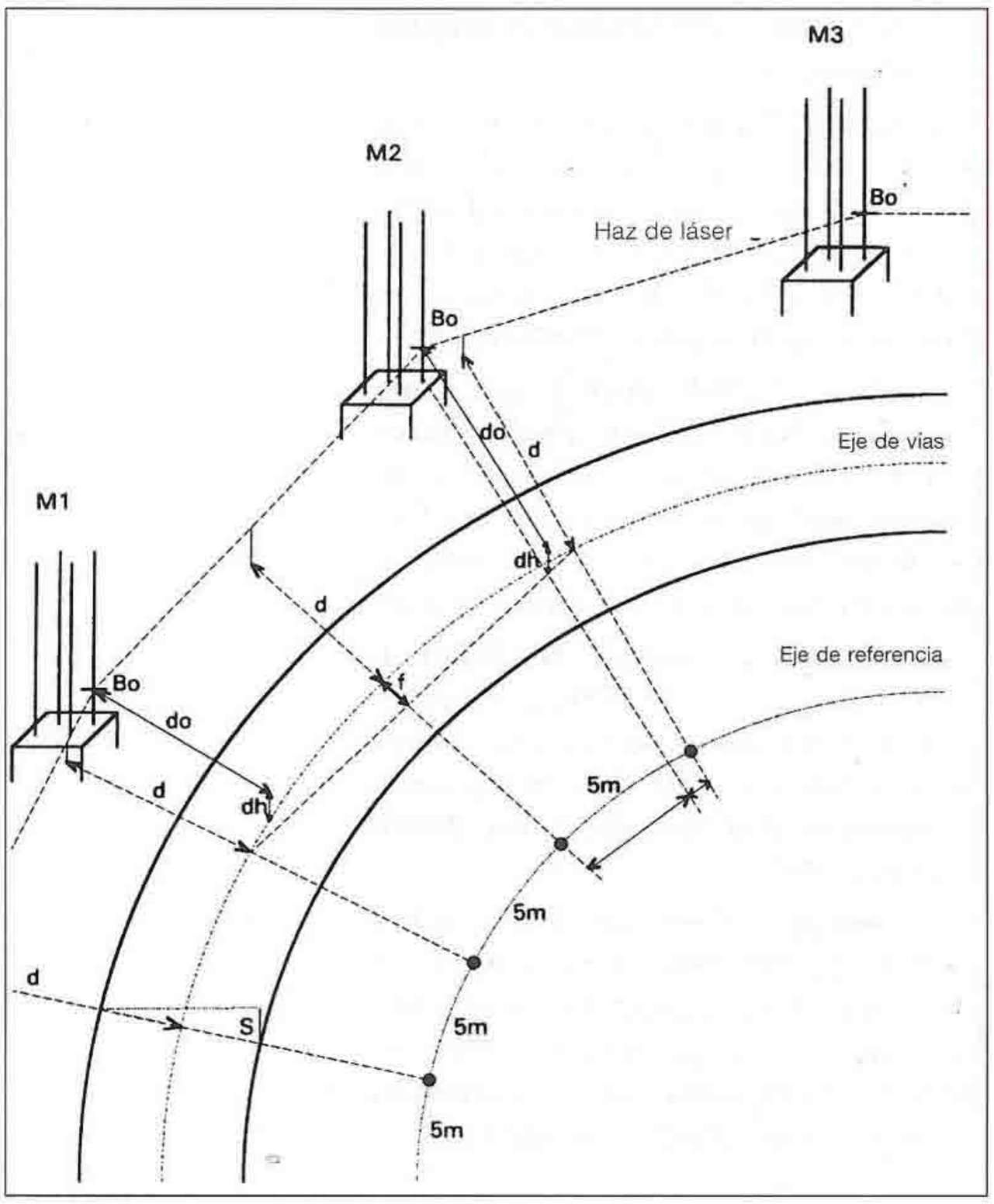


Figura 4. Ilustra los datos típicos necesarios para el mantenimiento y reparaciones. Muestra la situación de proximidad, transformada en coordenadas naturales, a lo largo de las vías.

— Los elementos adyacentes se conectan entre sí de forma armónica y permitida.

— Las distancias entre los mismos pares de puntos, en las distintas bases de datos, son siempre las mismas.

Usando la base de datos se puede generar un mapa de control de vías.

CONCLUSION

Se ha mostrado cómo estructuras complejas de ingeniería, tales como líneas de ferrocarril, requieren de levantamientos de alta precisión. Una geometría fiable y una gestión de datos consistente son la base para el resto de los trabajos. A fin de conseguir esta meta hay que tener en cuenta soluciones poco usuales y flexibles. La gestión de datos es esencial para la descripción de la geometría de vías en un sistema de coordenadas globales, a fin de garantizar un banco de datos consistente. Esto es especialmente cierto en situaciones donde se ha efectuado una actualización con una interdependencia geométrica de datos compleja. El concepto propuesto anteriormente se basa en un sistema de información en el que se introducen los datos tridimensionales de todas las vías, junto con los resultados de los levantamientos periódicos. El sistema no sólo es adecuado para la gestión de ferrocarriles regionales, sino también para todas las tareas relacionadas con los trazados de vías municipales, tales como metro y tranvías, en donde las modificaciones locales, ocasionadas por actividades de construcción, precisan de respuestas fiables completas y rápidas. Podría extenderse adicionalmente a trabajos de alineación de carreteras, o de pistas especiales para autobuses urbanos y trolebuses.

Recientes dispositivos de control dinámico, montados sobre trenes, permiten el registro de datos de inclinación y pendiente cada 25 cm, a lo largo de las vías existentes. Los autores han propuesto la evaluación de dichos datos a fin de derivar de ellos el actual estado de la geometría de las vías. Los resultados iniciales han resultado ser muy prometedores, aunque afectan a una gran cantidad de datos que han de ser adecuadamente tratados. Si existe control adicional sobre el terreno, los parámetros de alineación obtenidos con su ayuda son de magnitud milimétrica. Esta metodología tenderá a reemplazar, cada vez más, a los actuales procedimientos topográficos.

BIBLIOGRAFIA

Adelt, H. (1992): "VERM.ESN Vermessungsprogramm für gleistechnische Anlagen", technet Berlin.

Gründig, L. (1981). "Program system AXOPT for designing higways". *PTRC Summer Annual Meeting,* Warwick.

Gründig, L. and Bahndordf, J. (1988). "Ein rechnergestütztes Entwurfssystem zur dreidimensionalen Trassierung". *X. Internationaler Kurs für Ingenieurvermessung.* München, September, D7.

Gründig, L. (1988). "Datenverwaltungskonzepte für typische Aufgaben aus der Ingenieurgeodäsie". *DGK Reihe C,* Nr. 336, München.

Gründig, L. (1990). "Ein System zur Trassierungsberechung". *Vermessung, Photogrammetrie Kulturtechnik,* Vol. 123, Zurich.

Gründig, L. (1991). "Recent developments with respect to the automated processing and analysis of engineering survey data".

Gründig, L., Bahndorf, J. and Singer, P. (1992). "The design and management of the three dimensional alignment of rails and switches using RAILCAT". *Comp'Rail 92 Proceedings of an International Symposium,* Washington.

Gründig, L. Bahndorf, J. and Gielsdorf, F. (1993a). *Konzept für den aufbau einer Datenbank zur Verwaltung von geometrischen und topologischen Daten von Gleisanlagen der Deutschen Bundesbahn,* Deutsche Bundesbahn Internal Report.

Gründig, L., Aschoff, B., Milev, I. and Bahndorf, J. (1993b). "Integration of GPS and engineering survey measurements", XII. Int. Symposium on deformation Measurements, Banff, Canada 1993.

Gründig, L., Gielsdorf, F. and Bahndorf, J. (1993c). "Requirements for the consistent data management of engineering surveys proposed solutions" XII. Int. Symposium on Deformation Measurements. Banff. Canada 1993.

"LA TIENDA VERDE"

C/. MAUDES N.º 38 - 28003-MADRID
TELS.: 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 MURALES.
- MAPAS MONTADOS EN BASTIDORES.
- FOTOGRAFIAS AEREAS.
- CARTAS NAUTICAS.
- GUIAS EXCURSIONISTAS.
- GUIAS TURISTICAS.
- MAPAS MONTAÑEROS.

"VENTA DIRECTA Y POR CORRESPONDENCIA"
"SOLICITE CATALOGO"

EL enlace ferroviario británico-francés, a través del túnel bajo el Canal de La Mancha: estrategias, planificación, infraestructura de transportes

FIG
Melbourne-Australia
1994

DR. ROBERT HOME

Abstract

This paper examines some of the political and planning factors in the construction, on the British side of the Channel Tunnel, of the fast rail link from the tunnel to London. Electoral considerations, ideological commitment to minimizing public investment in infrastructure, and political opposition to strategic planning or a dirigiste aproach are all factors contributing to a delay in construction, so that the fast rail link is unlikely to be running before the year 2000, while the tunnel will be open for traffic in 1994.

Résumé

Ce papier examine quelques-uns des facteurs politiciques et de planification dans le construction, sure le cote britannique du Tunnel sous-Manche, du TGV du tunnel jusqu'a Londres. Des considerations electorales, une determination ideologique a reduire au minimum l'investissement publique dans l'infrastructure, et une resistance politique a la planification strategique our bien une appoche dirigiste, sont toutes des facteurs que contribuent a un delai dans la construction, de sorte qu'il est peu probable que le TGV fonctionennera avant l'annee 2000, tandis que le tunnel sera livre a la circulation des 1994.

1. INTRODUCCION

1994 es el año en el que el túnel ferroviario bajo el Canal de La Mancha se abre al público; el primer nexo simbólico e histórico entre Gran Bretaña y el continente europeo.

Los trenes llegarán a una terminal ya existente en Waterloo, Londres, y, hasta el momento, se ha pospuesto la construcción de un ramal ferroviario adicional y más rápido, que llegaría a una segunda terminal de Londres y que ahorraría media hora al viaje desde París. Parece que Inglaterra se va quedando algo atrás con respecto al resto de Europa, en tanto la red ferroviaria rápida de Francia y de los Países Bajos sigue adelante. Se ha cuestionado el compromiso británico en este tema, hasta el punto de haberse incluso convertido en un ejemplo más de la actitud ambivalente de Inglaterra hacia la Comunidad Europea. En palabras de un periodista:

"Se podría pensar que de los dos países (Francia e Inglaterra), sería Inglaterra la que tendría mayor interés en completar el túnel con éxito. Nuestra prosperidad internacional depende de él, infinitamente más que la de Francia. Somos nosotros los que estamos aislados del Continente y no al revés. Cambiarán las vidas de muchos más ingleses que franceses. Sin embargo, toda la historia del Túnel del Canal ha sido siempre el mismo y triste cuento. Francia ha deseado la finalización de los trabajos con visión y determinación. Inglaterra ha sido constantemente reticente a ver la importancia del túnel y ha sido, en consecuencia, incompetente en sus actos." (Kettle 1993)

Este artículo examina la compleja interrelación de la política y la planifi-

cación que ha complicado y retrasado la finalización del enlace ferroviario rápido con Londres, a través del Túnel del Canal de La Mancha.

2. «¿POR QUE SE HA TARDADO TANTO?»

Esta ha sido la cabecera de un folleto de publicidad de Union Railways, que son los responsables de construir el enlace ferroviario, y expresa su frustración ante los retrasos del proyecto. Estos retrasos se pueden resumir de la forma siguiente:

El Tratado del Túnel del Canal fue firmado en febrero de 1986 por el Presidente Mitterrand y la Primera Ministra Thatcher. Cuando se promulgó el Acta del Túnel del Canal en 1987, se eligió a Waterloo como la primera terminal para trenes de pasajeros internacionales, empleando las vías ya existentes; dicha terminal se concluyó un año antes de lo previsto, en1993. Se reconoció que la red de ferrocarriles existentes en Kent era insuficiente para afrontar la creciente demanda internacional de pasajeros y mercancías procedentes del túnel hacia finales de siglo, y los Ferrocarriles Británicos (BR) comenzaron a buscar una segunda terminal para el enlace ferroviario. Se escogió King's Cross, donde BR ya tenía extensos terrenos.

En 1988 British Rail publicó cuatro rutas alternativas para el Enlace Ferroviario Rápido del Túnel del Canal de La Mancha y comenzó a comprar terrenos incultos. En 1989 anunció su corredor preferente, que incluía un túnel desde King's Cross a Swanley, en Kent, pero el Gobierno decidió no correr con los gastos de protección ambiental y hubo, por tanto, que abandonar la propuesta por costosa. En 1990, el Gobierno, en tanto aceptaba una ruta desde el Túnel del Canal hasta el río Medway, pidió que una empresa conjunta de British Rail y Eurorail, evaluase distintas rutas desde Medway hasta el centro de Londres, de forma cuidadosa, invitando a nuevas propuestas alternativas. El Gobierno estaba preocupado, en este momento, con el posible daño político en las próximas elecciones generales en circunscripciones marginales, potencialmente conservadores, del sur de Londres y del noroeste de Kent (zonas donde se había votado mucho a los candidatos del partido de los verdes en las elecciones al Parlamento Europeo de 1989 y que se oponían al Enlace Ferroviario Rápido del Túnel del Canal de La Mancha por motivos medioambientales).

En octubre de 1991, en la última conferencia del Partido Conservador antes de unas elecciones generales, el Secretario de Estado para el Transporte anunció una nueva ruta para el Enlace Ferroviario Rápido del Túnel del Canal de la Mancha: atravesaría el Támesis cerca de Dartford y cruzaría South Essex hasta el sur de Londres y King's Cross. Esto abortó la mayoría de los trabajos de rutas de British Rail e impuso una ruta que había sido propuesta por la compañía internacional de "consulting" de ingeniería "Ove Arup Associates".

A continuación de la victoria de los conservadores en las elecciones generales de junio de 1992, British Rail creó una nueva compañía, Union Railways, para preparar los detalles de la ruta que el Gobierno había anunciado, a la vez que prestaba máxima atención a minimizar los efectos medioambientales y declaraba el compromiso de efectuar amplias consultas al público. Los detalles del trazado de esta ruta variaban ligeramente de las propuestas de "Ove Arup" (ya que cruzaba el Támesis más al este, y pasaba bajo el nuevo puente de carretera de Dartford), y se proclamó que era la

culminación de cerca de 1,5 millones de horas de trabajo, cuando se hizo su anuncio en mazo de 1993. Los residentes de Kent, cuya oposición había hecho que se abandonara la ruta del sur, permanecieron hostiles; vieron la nueva ruta como una solución basada en la rebaja de los precios (los costes habían bajado de 4,5 billones de libras a 3 billones, al reducirse la longitud de los tramos de túneles), una importante consideración para un Gobierno que estaba bastante corto de fondos.

La planificación de tiempos se contemplaba en una nota híbrida que se presentó al Parlamento a comienzos de 1994 (para permitir la adquisición del corredor de terreno, de 108 Km de largo y 36 m de ancho, que se necesitaría), y en la que se estimaba que el comienzo de las obras sería en 1995 y su posible terminación para el año 2000. Entretanto, el propio Túnel se abre en 1994, poniendo en uso la espectacular nueva terminal, que había permanecido inactiva durante un año, en un extremo de la bulliciosa Waterloo.

3. LA DIMENSION DEL CORREDOR DEL ESTE DEL TAMESIS (EAST THAMES CORRIDOR)

La decisión de 1991 de alterar la ruta del Enlace Ferroviario Rápido del Túnel del Canal de la Mancha hacia el este de Londres en lugar de el sur del Támesis, estuvo fuertemente influenciada por el concepto de un Corredor del Este del Támesis, que había sido apoyado por el entonces Secretario del Medioambiente Michael Heseltine. Esto se apartaba algo de la línea del Gobierno conservador, al que hasta entonces disgustaba la estrategia de planificación regional, hasta el punto de reducir drásticamente los mecanismos de asistencia regional por considerarlos como una interferencia injustificada con la actuación del mercado libre.

El concepto del Corredor del Este del Támesis surgió en la Conferencia de Planificación Regional de Londres y el Sureste de 1985 (Serplan 1987). Coincidió con la abolición en 1986 del Greater London Council y con la reducción de sus funciones de planificación estratégica en favor de los "boroughs" de Londres, y de un comité asesor. Tras siglos de desarrollo hacia el oeste, se espera que el futuro crecimiento de Londres se concentre al este de la City, comenzando con los muelles de Londres y extendiéndose a lo largo del Corredor del Este del Támesis, sobre ambas orillas del río. El Corredor del Este del Támesis abarca un área, de este a oeste, de unas 35 millas y de 12 millas de norte a sur; incluye zonas de Londres, Kent y Essex intensivamente edificadas e industrializadas, con una población de cerca de 2.150.000 habitantes y unos 700.000 puestos de trabajo.

Se ha llamado al Corredor del Este del Támesis el patio trasero de Londres. Es una zona subdesarrollada y deprimida dentro del próspero sureste de Inglaterra, teniendo problemas de desindustralización, de falta mano de obra especializada cara a la tecnologia de la información, degradación medioambiental y malos accesos físicos. Dentro de ella existen grandes plantas industriales, plantas eléctricas y líneas de trasmisión, plantas de tratamiento de residuos, canteras en activo y abandonadas, vertederos y playas ferroviarias. Aparte de la prospectiva ofrecida ofrecida por el Enlace Ferroviario Rápido del Túnel del Canal de la Mancha, el este de Londres y el Corredor del Este del Támesis están en medio de una restructuración histórica: la instalación, a lo largo de un periodo de 20-30 años, de una infraes-

tructura de transporte como no se había visto en un siglo.

Se espera que la zona se beneficie del creciente comercio con el continente europeo, a la que seguirá una mayor integración y la creación del Mercado Unico Europeo. Ofrecerá fácil acceso entre Londres y Europa a todo tipo de transporte, especialmente cuando se haya terminado el Enlace Ferroviario Rápido del Túnel del Canal de la Mancha, uniendo más intimamente el futuro desarrollo de Londres con el de las mayores conurbaciones y mercados del noroeste de Europa (la región de Paris, Bruselas, Rhine-Ruhr, y Randstad). Conectará a Londres con la red ferroviaria europea de larga distancia, que seguramente constituirá el modo normal de viaje de placer y de negocios europeo en distancias de hasta 300 millas (Button 1990, RTPI 1990)

British Rail incluyó el Corredor del Este del Támesis en sus tres objetivos para el Enlace Ferroviario Rápido del Túnel del Canal de la Mancha, que eran el unir a Inglaterra con el continente, mejorar algunas de las líneas ferroviarias más deficientes del sureste y ofrecer un catalizador para el desarrollo del Corredor del Este del Támesis. El extremo londinense del Corredor del Este del Támesis ocasionará la mayor inversión y oportunidades para el desarrollo, dado que la tierra al este del M25 está en su mayor parte cubierta por el Cinturón Verde o por otras restricciones de planificación. Dentro del corazón del área se concentran aproximadamente 4000 hectáreas de tierras para el desarrollo en varios grandes grupos, algunos de ellos contaminados por usos previos, otros con la ventaja de ser localidades ribereñas y la mayoría con necesidad de inversiones en transporte. El oeste de Londres, donde en los 80 se concentró el desarrollo, en comparación, tiene disponible, en la actualidad, muchos menos terrenos para el desarrollo.

La prospectiva futura del Corredor del Este del Támesis está tambien ligada a Muelles de Londres, que durante una década dominó, y continúa dominando, el desarrollo del este de Londres. La Corporación para el Desarrollo de los Muelles de Londres, falló durante su primera década en ajustar la provisión de transporte con la magnitud de los nuevos desarrollos, pero la fase final de desarrollo en los Muelles Reales, se beneficiará de una impresionante infraestructura de trasporte instalada previamente al planeado desarrollo. El ensombrecimiento, en la actualidad, de la totalidad del sector de la propiedad es la saturación de la mayoría de los tipos de desarrollo, con el amplio espacio desocupado de oficinas en Canary Wharf como ejemplo más preocupante (Home 1990).

A finales de 1992 y en 1993 el interés en el Corredor del Este del Támesis y en los efectos que sobre él tendría la nueva ruta del Enlace Ferroviario Rápido del Túnel del Canal de La Mancha era elevado, pero más recientemente varios hechos han disminuído esta urgencia: la victoria en las elecciones generales de junio de 1992, que llevaron de vuelta al poder a un gobierno contrario a la planificación, la salida de Michael Heseltine del Ministerio de Medio Ambiente, para ser sustituído por Michael Howard, a su vez reemplazado al año por John Gummer, y la continuamente debilitada situación económica británica. La salida forzada de Inglaterra del Sistema Europeo de Intercambio Monetario, en septiembre de 1992, hizo aparecer claro que los futuros fines del crecimiento, ligados a los proyectos de activación económica en el Corredor del Este del Támesis y con el tráfico de pasajeros del Enlace Ferroviario

Rápido del Túnel del Canal de la Mancha, tendrían que escalarse a la baja, ya que no era de esperar que el Tesoro prefiriese proyectos caros de infraestructura a largo plazo, a prioridades más inmediatas de gastos públicos. Así que las decisiones en varios proyectos de este tipo, incluyendo la extensión de la línea "Jubilee" y "Crossrail", se postergaron del mismo modo que sucedió con un informe de asesoramiento acerca de la capacidad y potencial de desarrollo en el núcleo del Corredor del Este del Támesis (el llamado "Estudio de Llewelin-Davies").

Acorde con la preferencia de los políticos de dar las buenas noticias en primavera, el Secretario de Medio Ambiente Michael Howard escogió la conferencia de Dartford, de abril de 1992, para anunciar los resultados del "Estudio de Llewelin-Davies" (Llewelin-Davies 1993) con respecto al Corredor del Este del Támesis, junto con las normas de revisión de la planificación estratégica del sureste de Londres (Medio Ambiente 1993). Howard redujo efectivamente la visión de Heseltine. Se ha hablado mucho de qué tipo de mecanismo u organización sería el adecuado para la planificación estratégica, desde un departamento de la nueva "Urban Regeneration Agency", hasta un organismo específico de planificación estratégica para el sureste de Londres, pero lo que surgió fue algo más modesto. Con la creación de una "Fueza" de funcionarios para el Corredor del Este del Támesis, Howard mantuvo vivas las ideas básicas, pero abandonó la gran visión o cualquier indicio de "dirección" por parte del Gobierno Central.

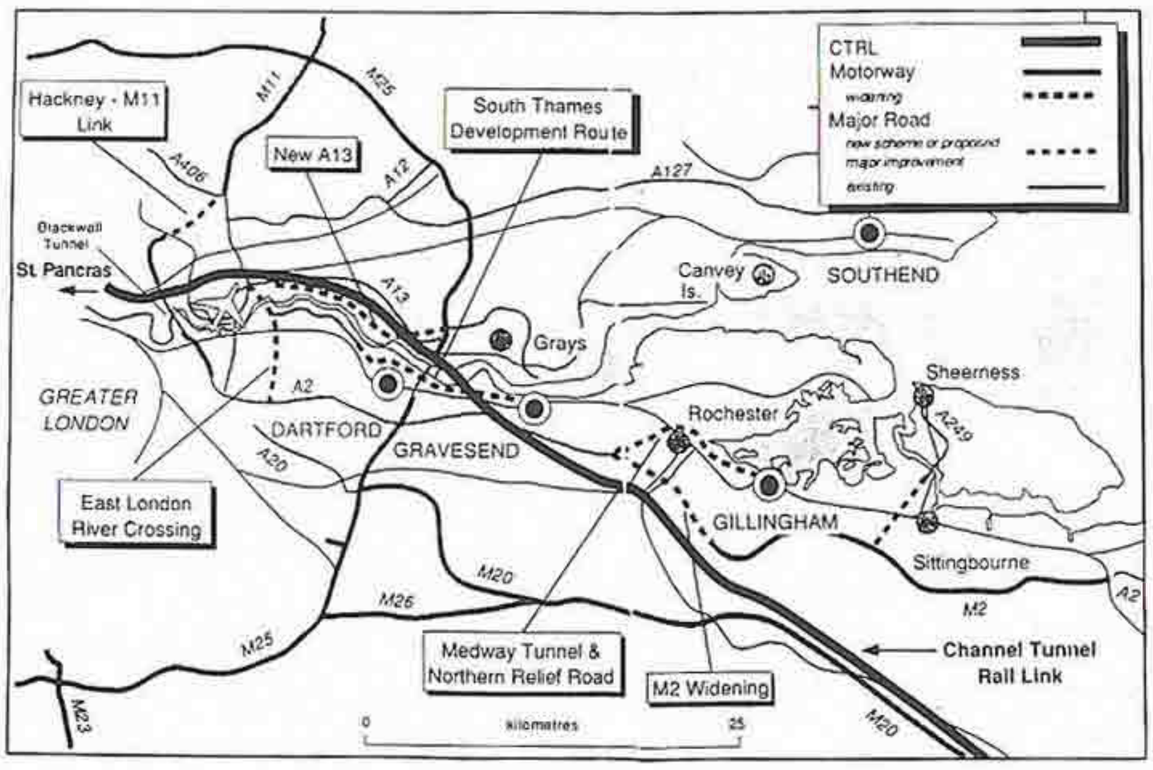
4. ¿DONDE ESTARAN LAS ESTACIONES?

Se pretende que el Enlace Ferroviario Rápido del Túnel del Canal de la Mancha llegue velozmente a Londres, pero existirán paradas intermedias. En tanto que el Gobierno parece haber abandonado la amplia visión regional del Corredor del Este del Támesis, que Heseltine había defendido, las decisiones acerca de dónde estarán situadas las estaciones de pasajeros y los servicios de mercancías sobre el Enlace Ferroviario Rápido del Túnel del Canal de La Mancha tendrán importantes implicaciones regionales (Grieco 1987). British Rail, a cuya estrategia Union Railways siempre ha estado íntimamente asociado, ha seguido siendo partidaria de la terminal en King's Cross y ha intentado rebajar las posibles ventajas de los otros emplazamientos de estaciones. Desde 1987, el Consorcio para la Regeneración de Londres, asesorado por la eminente firma arquitectónica "Foster Associates", ha estado planeando un desarrollo masivo de 134 acres de terrenos de British Rail, que hubiera incluído 700.000 metros cuadrados de oficinas. Esto se topó con la resistencia de los residentes de King's Cross y del "borough" de Camden, por lo que se ha reescalado el problema para reflejar la actual superabundancia de oficinas en Londres, más agravada aún por la ruta alternativa del Enlace Ferroviario Rápido del Túnel del Canal de la Mancha hacia St. Pancras. Pero British Rail ha realizado muchos esfuerzos en desenmarañar planificadamente la compleja red de líneas ferroviarias de superficie y subterráneas de la zona y todavía juzga que es la mejor localización para conectar al Enlace Ferroviario Rápido del Túnel del Canal de La Mancha con Londres y con el ferrocarril nacional. En 1992 se anunciaron proyectos para un gran vestíbulo de billetes acristalado que uniera a King's Cross con St. Pancras, en un intento de mantener la iniciativa de British Rail con su visión de King's Cross.

Cuando en 1993 se anunció la ruta del Enlace Ferroviario Rápido del Túnel del Canal de La Mancha, se identificaron cuatro posibles localizaciones de estaciones entre Ashford (donde ya se había iniciado una gran estación) y la terminal de Londres, aunque solo una o dos de ellas se construiría, si se quería mantener la velocidad del tren, dado que la opción de cuatro vías se había reducido a dos vías con uniones. El Gobierno empleó el sistema de promover un concurso entre asociaciones para el desarrollo, de propietarios de terrenos y autoridades locales, para la asignación de las posibles localizaciones de las estaciones. Cada estación debía de justificar un incremento del potencial de tráfico y de los valores de las propiedades en alza, aunque el mercado de propiedades ha permanecido escéptico acerca de que el crecimiento potencial del desarrollo hiciese crecer los valores. Los terrenos para el desarrollo debían estar disponibles en grandes lotes, si cabía esperar alguna contribución a las inversiones en infraestructura.

Acercándose al Corredor del Este del Támesis desde Ashford, el primer emplazamiento de este tipo con posibilidades para ser estación se halla al sur del río, cerca de Dartford, y está promocionado por el "Blue Circle Group", que ya posee grandes propiedades y está desarrollando un complejo de tiendas, oficinas y negocios. Al norte del río existe otro emplazamiento potencial en Havering Riverside (anteriormente conocido como Rainham Marshes, pero renombrado por el "London Borough of Havering" para mejorar su potencial de mercado). Ofrece un emplazamiento a desarrollar de unas 200 Hectareas, con buen acceso al río y a lugares de interés ecológico y ha sido identificado como un emplazamiento "de magnitud suficiente para crear una nueva entidad de mercado y llevar las expectaciones de los inversores hasta un nivel similar al de zonas del oeste de Londres".

Pero la posibilidad de ubicar una estación en Stratford, al este de Londres, es la que ofrece un mayor potencial, hasta el punto de competir con la terminal de King's Cross- St. Pancras. Aquí la universidad de East London ha de mostrar interés, ya que tiene uno de sus dos campus y posee terrenos cerca de la ruta del Enlace Ferroviario Rápido del Túnel del Canal de la Mancha. British Rail y Union Railways han intentado reducir los méritos de Stratford, pero tiene grandes ventajas. En la actualidad, es el principal intercambiador de transporte al este de Londres y fuera de la City, al que llegan las líneas de British Rail, East Anglian y North London (con 12 millones de pasajeros por año), la Central Line del metro (a 11 minutos de viaje desde la City) y el "Docklands Light Railway" (14 minutos desde "Canary Wharf"). Atiende a East Anglia, la región del país de más rápido crecimiento, así como a los corredores del Este del Támesis (East Thames) y Valle del Lea (Lea Valley). La extensión de la línea de metro Jubilee (con su terminal este en Stratford) y , a largo plazo, el proyecto Crossrails, mejoraría el acceso a Docklands, al West End, a Heathrow y más allá todavía. Una estación internacional en Stratford estimularía la regeneración urbana de una localidad deprimida, que ha sufrido el actual enfoque y direccionamiento de inversiones y desarrollo hacia los Docklands cercanos. Stratford ha recibido dinero gubernamental adicional para la regeneración del centro urbano, bajo la iniciativa de "City Challenge", y tiene en marcha diversos proyectos. En palabras del asesor de planificación, profesor Peter Hall, al departamento de Medio Ambiente:



Corredor del este del Támesis - Transportes

"Aunque el proyecto de los Docklands es importante, hay que verlo ahora como parte de una estrategia mayor que se centra sobre Stratford y que busca desarrollar, en base a ello, una inmensa ciudad lineal a ambos márgenes del Támesis" (Hall 1991).

Si Stratford consigue una estación de pasajeros del Enlace Ferroviario Rápido del Túnel del Canal de la Mancha, e incluso ser la segunda terminal de Londres, en preferencia a King's Cross- St. Pancras, se convertiría entonces en el lugar de acceso a Europa.

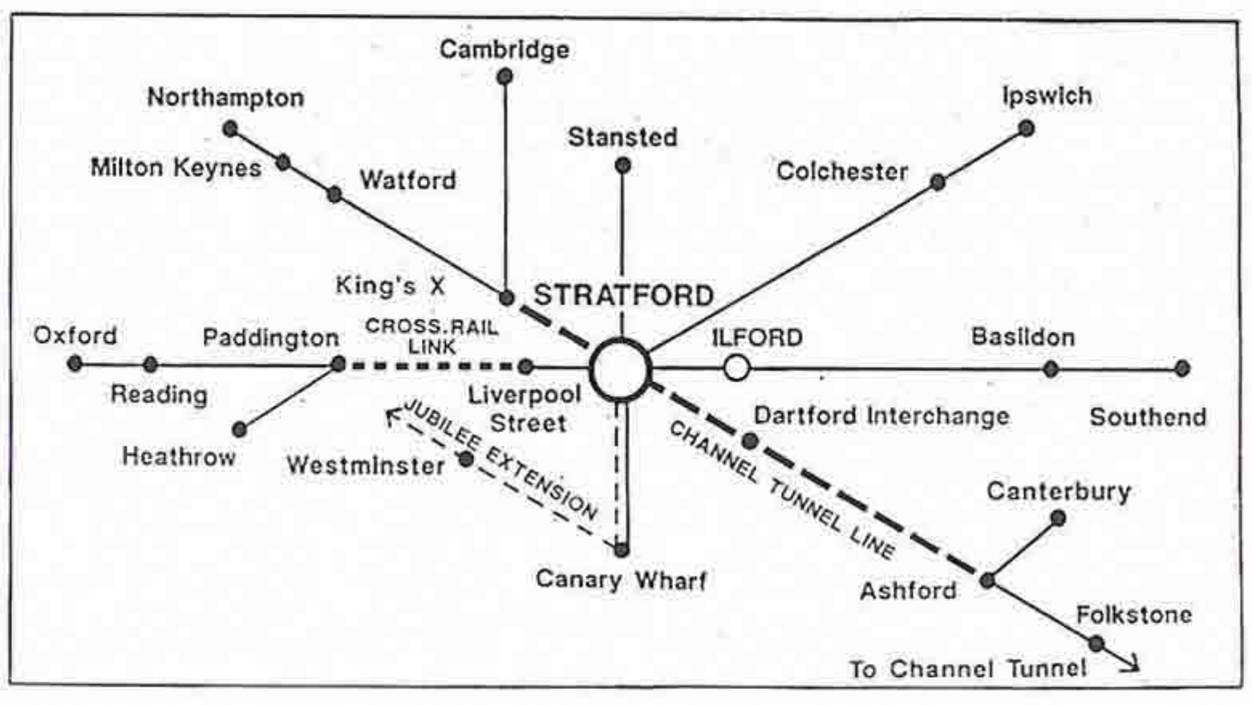
5. CONCLUSIONES

¿Cómo desenredamos los complejos factores que han estado detrás de la lentitud en la toma de las decisiones clave del Enlace Ferroviario Rápido del Túnel del Canal de La Mancha?

Muchas de las decisiones han sido guiadas por la postura ideológica de un Gobierno conservador que se ha mantenido en el poder desde 1979. Su oposición a la planificación estratégica intervencionista ha debilitado a lo largo de los años la estructura institucional para plasmar las decisiones sobre grandes inversiones en infraestructura. El actual estado de los Docklands de Londres debería ser una muestra de los peligros de una falta de pensamiento estratégico, que ha contribuido al actual superavit de espacios de oficinas y deficiencia de infraestructuras. Pero el Gobierno insiste en su oposición a cualquier agencia nueva de planificación estratégica, y las guías de política regional existentes operan sólo a nivel general.

También el Gobierno insiste en privatizar British Rail y en las virtudes de la competencia, y los efectos de esta ideología se han visto en su apoyo a la ruta alternativa y a la propuesta de estaciones para el Enlace Ferroviario Rápido del Túnel del Canal de la Mancha, aunque esto ha sido forzado más por la esperanza del Gobierno en conseguir la contribución de los desarrolladores para hacer frente a los costes, que por cualquier otra consideración sobre estrategias de crecimiento regional. Parece que se ha encargado poco trabajo de detalle o independiente sobre la evaluación de estas alternativas.

El enlace ferroviario de Stratford en la actualidad y el propuesto



La pobre situación de las finanzas del Gobierno británico, lo ha empujado constantemente hacia la solución más económica, a expensas, a menudo, de los objetivos de regeneración medioambiental y urbana. Así, los elevados costes de los túneles han influído en la ruta del Enlace Ferroviario Rápido del Túnel del Canal de la Mancha y pueden aún detener la tan de antemano planeada terminal de

King's Cross, con su aproximación mediante túnel, penetrando justo a través del este de Londres. El concluir el Enlace Ferroviario Rápido del Túnel del Canal de la Mancha en Stratford, lograría un gran ahorro de costes, así como lanzar la regeneración económica del este de Londres y de los muelles, aunque ofreciendo una unión menos eficaz con la red nacional de ferrocarriles.

Otro factor ha sido las políticas electoralistas y personalistas de corto plazo. El Gobierno ha saltado entre las diversas opciones, en función de la oposición política local y cuando el posible daño electoral se había hecho aparente. Es probable que los residentes del interior de la ciudad tengan menos éxito al resistirse al Enlace Ferroviario Rápido del Túnel del Canal de La Mancha que los residentes suburbanos o rurales, especialmente donde sus autoridades locales esten desesperadas por conseguir los beneficios de regeneración subsecuentes. Puede que los Ministros, individualmente, hayan sido retincentes a la hora de tomar decisiones estratégicas vinculantes dentro de un clima político incierto, y los Ministros del Medio Ambiente han cambiado más frecuentemente que el resto de los miembros del Gabinete: "... una semana es mucho tiempo en política"

Estos complejos e interrelacionados factores, explican, sino excusan, la lentitud con la que se está realizando el Enlace Ferroviario Rápido del Túnel del Canal de la Mancha. A todos los efectos, como ha dicho un columnista:

" Aun hoy día, cuando el Túnel del Canal está casi con nosotros, no hemos comenzado a darnos cuenta de la inmensa escala de los cambios materiales y culturales que la apertura del túnel puede introducir en nuestras vidas " (Kettle 1993)

6. REFERENCIAS SELECTAS

Button, K., 1990, 'The Channel Tunnel: the economic implications for the South East of England', *Geographical Journal,* vol. 156, pp. 187-99.

Environment, Department of, 1993, 'Consultation Draft: Regional Planning Guidance for the South East'.

Estate Management, Department of, 1992. *Business Activity and Land Use Patterns in the North East Thames Corridor,* University of East London.

Grieco, M. S., 1988. *The Impact of Transport Investment Projects on the Inner City,* Department of the Environment, Inner Cities Directorate.

Hall, P., 1991. 'A New Strategy for the South East', *The Planner,* 22 March, pp. 6-9.

Home, R. K., 1990. 'Planning around London's megaproject: Canary Wharf and the Isle of Dogs', *Cities,* pp. 119-24.

Hurdle, D., 1992, 'Does Transport Investment Stimulate Economic Activity?, *The Planner,* 1 May, pp, 7-9.

Kettle, M., 1993. 'The seven-year hitch that shames Britain', *The Guardian,* 30 March.

Llewelyn-Davies and Department of the Environtment, 1993. *East Thames Corridor: A Study od Development Capacity and Potential,* London HMSO.

RTPI (Royal Town Plannung Institute), 1990. *The Impact of the Channel Tunnel on the Regions.*

Serplan, 1987. *Developemnt Potential in the Eastern Thames Corridor,* RCP700.

Union Railways, 1993. *The Union Railway: The Facts: What the high-speed line means for Kent,* March 1993.

Indice Comercial de Firmas

REGO y Cía., S. A.

Instrumentos Topográficos
y Científicos

San Romualdo, 26, 2.° B
Tel. (91) 304 53 40 28017 MADRID

LEP, S. A.

Instrumentos Topográficos

Ciudad de Balaguer, 7-11
Tel. (93) 417 54 00
Fax (93) 417 47 41
08022 BARCELONA

Capitán Haya, 3 y 5
Tels. (91) 555 97 96
555 97 45
28020 MADRID

BERDALA
INSTRUMENTOS TOPOGRAFICOS Y GEODESICOS SERVICIO TECNICO

ZEISS Germany

08007 BARCELONA
Balmes, 6
Tel. (93) 301 80 49
Fax (93) 302 57 89

28043 MADRID
Plaza Ciudad de Salta, 5
Tel. (91) 519 21 27
Fax (91) 413 26 48

AL-TOP TOPOGRAFIA, S.A.

Alquiler-Venta
de Instrumentos Topográficos

C/. Bofarull, 14 - Bajos 1.ª
Tel. (93) 340 05 73 - Fax (93) 351 95 18
08027 BARCELONA

EDEF

Estudio de Fotogrametría

Marqués de Lema, 7
Tel. (91) 554 42 67
28003 MADRID

LEICA ESPAÑA, S. A.

**Geodesia, Topografía,
Fotogrametría y Sistemas**

Oficina y Asistencia Técnica
Edificio Oasis
C/. Basauri, s/n. - Aravaca
28023 MADRID
Tel. (91) 372 88 75 - Fax (91) 372 89 06

Freixa, 45 - 08021 BARCELONA
Tel. (93) 414 08 18 - Fax (93) 414 12 38

Geotronics

Raymond SANDGREN-CALDERON
Responsable Comercial para España, Francia,
Bélgica y Luxemburgo

2-4, rue du Suffrage Universel
77185 LOGNES, Francia

Tfno.: +33-1 60 37 50 60
Fax: +33-1 60 37 50 70

SOKKIA

ISIDORO SANCHEZ, S. A.

Aparatos Topográficos

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

BISPER S.L.
Topografía

- TOPOGRAFIA Y FOTOGRAMETRIA.
- OBRAS PUBLICAS. URBANISMO.
- ALQUILER DE APARATOS FOTOGRAFICOS.

Zabaleta, 60 (Bajo) - 28002 MADRID
Tel. (91) 519 58 32

TOPCON ESPAÑA, S.A.

Instrumentos Topográficos

Frederic Mompou, 5 - Ed. EURO-3
08860 S. JUST DESVERN (Barcelona)
Tel. (93) 473 40 57 - Fax (93) 473 39 32

Avenida Ciudad de Barcelona, 81
28007 MADRID
Tel. (91) 552 41 60 - Fax (91) 552 41 61

EUROCARTO, S. A.

Cartografía - Topografía - Fotogrametría

Avda. Santa Eugenia, 29 (Local 11-14)
Tels. (91) 332 40 90 - 332 50 96 - 28031 MADRID

DATUM

TOPOGRAFIA Y CARTOGRAFIA, S.L.

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO
ZONA CENTRO Y LEVANTE

Geodimeter
SISTEMAS DE MEDIDA

Cristóbal Bordiú, 35
Tel. / Fax (91) 535 33 84
28003 Madrid

GRAFINTA, S.A.

Topografía, Geodesia, Dibujo

Avda. Filipinas, 46 - 28003 MADRID
Tel. (91) 553 72 07 - Fax (91) 533 62 82

CONSIDERACIONES sobre la didáctica de la Fotogrametría

Summary

The author describes the results obtained in Photogrammetric Education, by using the existing commercial methods, for terrestrial photogrammetry, and commercial photographic cameras.

The pupils, going thoughout –in few days and with little expense– the whole process, in order to obtain photogrammetric data, and to do the necessary numerical calculations, are able to understand, why and how, computers are used in aereal photogrammetry, and get, as well, an oveerall view, of every stage of the photogrammetric process, in which they have taken active part.

JAVIER GÓMEZ LAHOZ

Ingeniero Técnico en Topografía.

Licenciado en Ciencias de la Educación.

Profesor Titular de la E.U.I.T. de Avila.

INTRODUCCION

Los objetivos docentes de la enseñanza de la Fotogrametría, en el nivel de una Escuela Universitaria, podrían sintetizarse, con carácter genérico o programático, en dos:

- Uno relativo a los fundamentos, a los conceptos básicos, que podría formularse como la comprensión por parte del alumno de la naturaleza del método fotogramétrico (naturaleza de índole geométrico-matemática), es decir, el dominio de los **porqués**.
- Otro relativo a los procedimientos, a las acciones concretas, que podría formularse como la capacitación por parte del alumno para llevar a cabo un proyecto fotogramétrico, es decir, el dominio de los **cómos**.

Sin duda, ambos fines están relacionados entre sí y, en el ámbito de una Escuela Universitaria de Topografía, no tiene sentido el uno sin el otro; un Ingeniero Técnico no es un teórico, debe saber algo más que los conceptos abstractos, debe saber resolver problemas concretos; pero tampoco es un práctico, un simple operador, debe conocer las razones últimas de lo que hace, debe ser capaz de responder eficazmente a situaciones nuevas, no previstas en los manuales.

Por otra parte, la enseñanza en la Universidad queda muy condicionada (desde hace ya más de dos décadas), por la masificación de las aulas. En el contexto de las carreras experimentales o técnicas que requieren el dominio efectivo de instrumental más o menos complejo, esta circunstancia se hace crítica. Este es el caso de la Fotogrametría, disciplina fundamental en el quehacer de nuestra profesión y situada, a nivel didáctico, en una situación precaria, desde el punto de vista práctico, por la baja proporción instrumento/alumno de los Centros.

Bajo esta panorámica, se analiza, en las líneas que siguen, las prestaciones didácticas del sistema fotogramétrico Rolleimetric MR2. El objetivo fundamental no es analizar la idoneidad del mismo como instrumento cartográfico (lo que sin duda es importante) sino como instrumento docente, es decir, como medio para alcanzar los dos objetivos comentados en un "ambiente" de escasez instrumental.

En primer lugar, se pasa revista a las características del sistema sin pretender ser exhaustivos: la idea es esbozar las posibilidades operativas de este programa de forma suficiente para poder extraer conclusiones didácticas significativas.

En segundo lugar, se entrará a un análisis didáctico de esos rasgos trazados.

Finalmente, se comentará brevemente las precisones alcanzables con el sistema a la luz de los resultados obtenidos en dos pequeños proyectos desarrollados por alumnos de la Escuela Universitaria de Avila. Aunque la precisión no tiene tanto peso en el entorno de la enseñanza como en el entorno profesional, sí debe merecer nuestra atención: no tiene sentido dedicar tiempo y esfuerzo en el aprendizaje de un sistema que no alcanza un determinado rigor cartográfico.

CARACTERIZACION GENERAL

1. El fundamento

El sistema que analizamos, Rolleimetric MR2, pertenece al entorno de la fotogrametría terrestre orientado a llevar a cabo levantamientos con medios instrumentales y procedimientos operativos mínimos. Prescinde, en gran medida, de los dispositivos mecánicos que habitualmente caracterizan a los restituidores fotogramétricos analíticos. Fundamentalmente, prescinde de portaplacas dotados de movimientos que permiten la visión y medición estereoscópicas. El fundamento del sistema consiste en la medida de fotocoordenadas sobre una "tableta" digitizadora y la aplicación a las mismas de los modelos matemáticos habituales de la fotogrametría analítica, basados en la intersección de rectas en el espacio.

La medida de coordenadas se lleva a cabo de forma monoscópica (por tanto discreta, no continua) sobre las fotografías, en un número mínimo de tres (aconsejable cuatro o cinco). Los modelos matemáticos dependerán de la fase operativa. En la fase de orientaciones, serán incógnitas las coordenadas (en el sistema del terreno) de los puntos de vista, mientras que serán datos (observaciones) las coordenadas conocidas del objeto (puntos de apoyo). En la fase de restitución digital, el modelo se invertirá: serán incógnitas las coordenadas del conjunto de puntos singulares del objeto mientras que los puntos de vista actuarán ya como conocidos.

Como puede verse, la metodología operativa se basa en la determinación de la orientación externa de los haces perspectivos por medios indirectos (puntos de apoyo), de tal manera que en la salida al campo no es preciso determinar la posición y orientación de las cámaras en los puntos de toma, aunque sí se obtienen ciertas acotaciones de estos puntos (ver apartado 3).

2. Cámara y película

El sistema ofrece una serie de cámaras asimilables a las cámaras estándar del mercado, con la diferencia esencial de su carácter métrico. Se trata de cámaras que alojan las películas comercializadas habitualmente, en todo semejantes a las convencionales, pero rigurosamente calibradas en laboratorio, de tal manera que se poseen datos (que quedan almacenados en ficheros internos del sistema) de:

- Distancia focal.
- Coordenadas del punto principal, o pie de la perpendicular al plano de la fotografía que pasa por el punto de vista.
- Parámetros que permiten corregir la distorsión radial asociada al objetivo.

Además de esto, las cámaras empleadas están dotadas de una placa de vidrio reticulada situada sobre el plano focal. La posición de los nodos de la misma respecto del punto principal (fotocoordenadas) ha sido rigurosamente medida en laboratorio.

Se trata, en definitiva, de cámaras y películas de manejo muy asequible y dotadas, al mismo tiempo, de los requisitos métricos necesarios para reconstruir de forma rigurosa la geometría cónica im-

plícita en todo documento fotográfico. Asímismo, se dispone de los datos necesarios para el tratamiento de los principales errores sistemáticos derivados de las contingencias físicas concurrentes (distorsión de las lentes y deformación de la película).

3. Toma fotográfica

La toma correspondiente a estas condiciones es tan sencilla como en la fotografía aficionada. No es necesario estacionar sobre trípode salvo que se requieran tiempos de exposición muy largos para documentar objetos mal iluminados o muy ricos en detalles que precisen películas muy sensibles.

Acorde con esta sencillez, el sistema está pensado para que los datos de campo asociados a la toma sean igualmente rápidos y sencillos de obtener. No se toman medidas precisas de la posición de los puntos de vista ni de la dirección de los haces perspectivos, sino tan sólo unas acotaciones de los mismos que sirvan de punto de partida en el algoritmo de cálculo, basado en las aproximaciones sucesivas (ver apartado 5).

La forma de recoger estos datos está igualmente sistematizada. Los datos planimétricos (X,Y y componente horizontal de la dirección del eje fotográfico) se recogen en un croquis con carácter métrico aunque expedito (figura 1) que posteriormente será digitizado sobre la tableta magnética.

Los datos altimétricos se recogen de forma digital (la Z) y mediante un código simbólico (la dirección del eje de toma en el plano vertical y la rotación del plano fotográfico sobre su propio eje).

4. El apoyo

Puesto que la orientación externa de los haces perspectivos no se hace de forma rigurosa (apartado precedente), es preciso obtener en campo datos relativos a los puntos de apoyo. Sin embargo, en el caso concreto de fachadas que presentan un plano vertical dominante y en las que, además, es posible localizar fácilmente detalles que tienen igual cota (como esquinas de ventanas situadas al mismo nivel), es posible establecer un sistema local ajustado al mismo (plano XZ, paralelo a la fachada, plano XY coincidente con el terreno sobre el que se apoya la fachada y determinado por detalles arquitectónicos con isoaltitud) de tal manera que el apoyo se reduce notablemente.

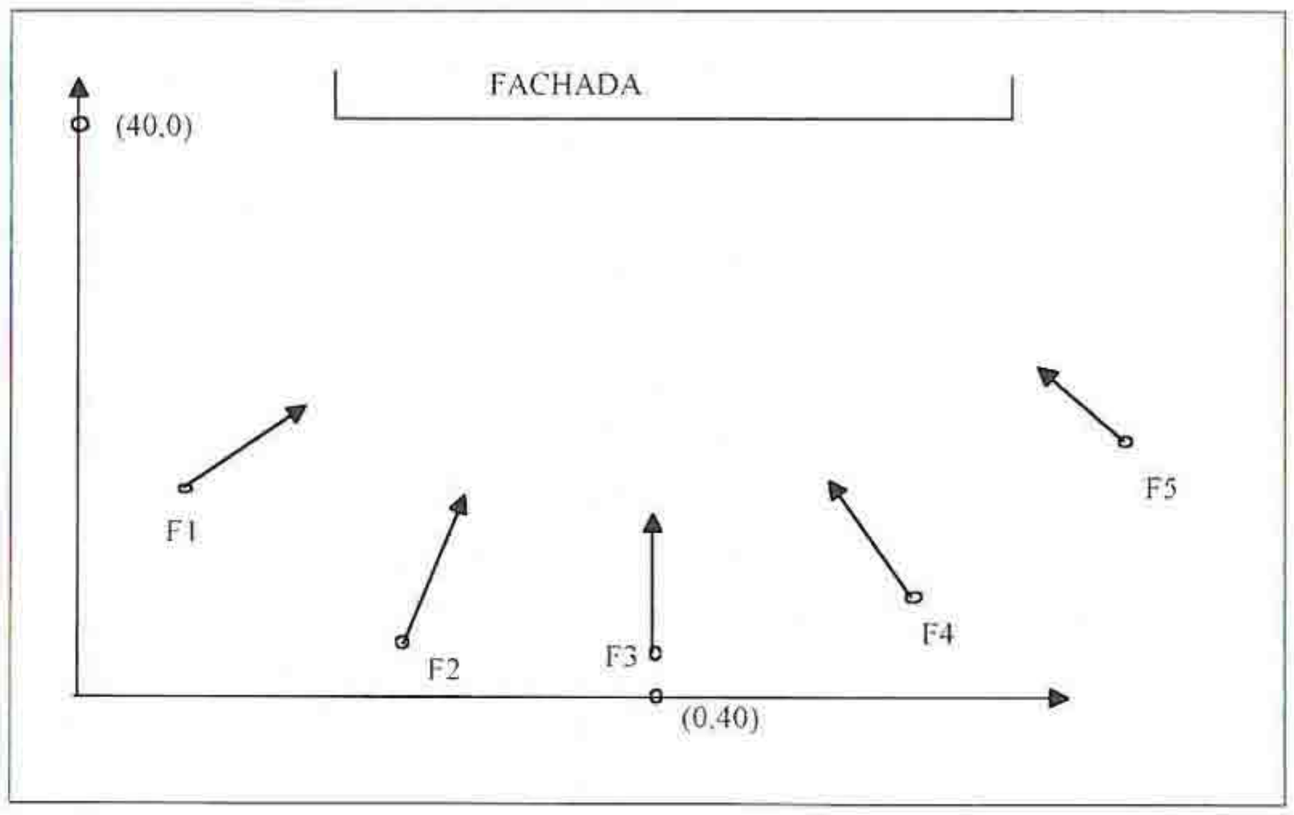


Figura 1: Croquis métrico (los puntos situados y acotados sobre los ejes X e Y establecen la escala) en el que se recoge la información planimétrica expedita relativa a las tomas fotográficas. Las posiciones pueden determinarse a pasos. Para la orientación de los ejes coordenados ver el apartado siguiente.

De hecho, de los siete datos mínimos que es preciso determinar para ajustar los haces fotográficos al control terrestre, es posible dar valores arbitrarios a seis de ellos, de manera que en campo sólo es preciso obtener de forma métrica una distancia relativa a un segmento horizontal.

5. Operaciones fotogramétricas de gabinete

Los pasos operativos a dar en gabinete, relativos fundamentalmente a la orientación de los haces fotográficos y digitización tridimensional de puntos del objeto se ajustan, aunque con peculiaridades interesantes para la enseñanza, a los procedimientos habituales de los programas de fotogrametría analítica. Se perfilan a continuación estos pasos, reagrupados según su coherencia metodoló-

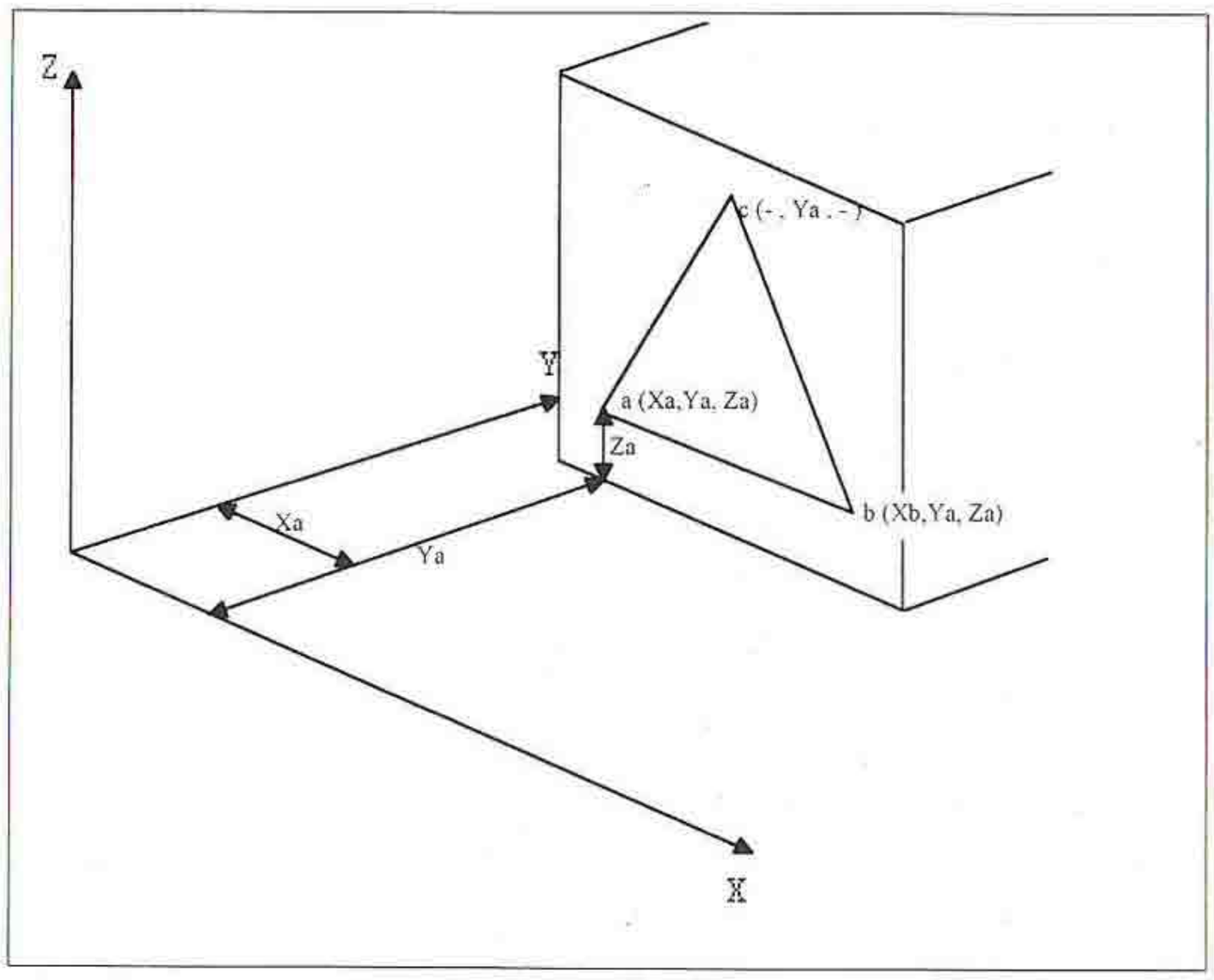


Figura 2: Apoyo mínimo en una fachada con un plano vertical definido: El único parámetro medido es la distancia (horizontal) Dab = Xb - Xa; Xa, Ya y Za se establecen arbitrariamente (condicionando así la situación del sistema de ejes). Yb y Zb reciben los mismos valores que los correspondientes para el punto a. Yc coincide con las dos ordenadas anteriores mientras que su abcisa y elevación no se asignan (habría que medirlas).

gica y/o temática (no según los módulos que presenta el propio programa).

Una primera etapa se refiere a la **definición del proyecto** (elección de unidades y configuración de parámetros generales) y a la **entrada de datos** disponibles tales como:

- Datos de cámara, como distancia focal, parámetros de distorsión, fotocoordenadas del punto principal (teóricamente 0,0).
- Fotocoordenadas de los nodos de la retícula de la placa de vidrio.
- Datos aproximados de la orientación externa, es decir coordenadas aproximadas de los puntos de toma y ángulos aproximados que expresan la dirección del haz fotográfico. Como se ha indicado estos datos se "entran" de forma gráfica, empleando el croquis métrico levantado en campo. Estos datos son el punto de partida para calcular de forma rigurosa la orientación externa.
- Datos de los puntos de apoyo.

Una segunda etapa, dedicada a la **orientación interna** o, mejor dicho, a la transformación de las coordenadas medidas sobre la tableta en coordenadas internas de las fotografías (fotocoordenadas). Para ello, es preciso digitizar una serie de nodos de la retícula de precisión que han quedado impresionados sobre el papel.

A diferencia de la mayoría de los programas de fotogrametría analítica, que suelen basarse en una transformación de semejanza bidimensional (Helmert 2D) o, en todo caso, en una transformación afín entre estos sistemas, Rolleimetric MR2 ofrece al usuario la posibilidad de aplicar, o bien la propia transformación afín o bien una transformación de (así llamada) "8 parámetros", equivalente a una proyección cónica entre dos planos en el espacio. Se pretende, de esta manera, dar cuenta de posibles deformaciones del material fotográfico en sentidos diferentes a los del propio formato (longitudinal o transversal), que sería el caso cubierto por la transformación afín. Téngase en cuenta que al estar empleando películas convencionales del mercado el riesgo de deformación es mayor que con el empleo de material específicamente fotogramétrico de mayor calidad. Este enfoque tiene consecuencias didácticas dignas de ser consideradas como se verá en el Análisis Didáctico.

Por otra parte, el empleo de una retícula distribuida por la superficie fotográfica, en lugar de las habituales marcas fiduciales situadas perimetralmente (bien en los extremos de las diagonales, bien en las posiciones centrales de los lados del formato) contribuye también considerablemente, a controlar "más de cerca" ese mayor riesgo de deformación del material.

Una tercera etapa, destinada a medir los puntos que van a intervenir en la **orientación externa** y el cálculo propiamente dicho de esta. Este es uno de los rasgos más peculiares de este sistema en dos sentidos:

En primer lugar, en el sentido operativo externo, para el usuario. La mayoría

de sistemas analíticos se basa en la secuencia:

- Medida de puntos homólogos (usuario).
- Cálculo de la Orientación Relativa (programa).
- Medida de puntos homólogos de apoyo (usuario).
- Cálculo de coordenadas modelo de estos / Cálculo de la Orientación Absoluta (programa).

Este sistema, en cambio, procede a una primera fase global de medida de puntos homólogos, entre ellos los correspondientes a los puntos de apoyo, y a una segunda fase global de cálculo de la orientación externa aunque articulada en pasos consecutivos

La segunda diferencia se refiere al procedimiento interno del sistema. Este se establece sobre la siguiente secuencia continua (el usuario sólo puede interrumpirla si los resultados son insatisfactorios, pero no "aporta" ninguna acción más):

- Cálculo de los parámetros de la orientación relativa de dos de las fotografías intervinientes, preferiblemente, las dos de mejor intersección.
- Cálculo de las coordenadas modelo de los puntos del objeto cuyas fotocoordenadas han sido medidas.
- Cálculo de las coordenadas modelo de todos los puntos de vista y de la dirección de todos los haces fotográficos.
- Recálculo de las coordenadas modelo del paso b. pero ahora a partir del conocimiento de la posición relativa de todos los haces y no sólo de dos.
- Cálculo de los parámetros de la transformación de semejanza 3D existente entre las coordenadas modelo y las coordenadas terreno de los puntos de apoyo.
- Cálculo de las coordenadas terreno de los puntos del objeto con coordenadas modelo conocidas.
- Cálculo de las coordenadas terreno de los puntos de vista y de la dirección de los haces fotográficos.

Dos cuestiones diferencian el procedimiento aplicado aquí de los habituales en la fotogrametría estereoscópica analítica y que, si bien cartográficamente hablando no tienen mayor importancia, sí aportan consideraciones interesantes desde el punto de vista didáctico como se verá. Estas cuestiones son:

a) La existencia de más de dos haces fotográficos, lo que lleva a la necesidad de articular el procedimiento operativo, situándose este a medio camino entre la formación de un modelo estereoscópico convencional y la formación de un bloque de haces fotográficos, operación característica de la aerotriangulación.

b) El papel desempeñado por la Orientación Relativa y las coordenadas modelo. En la mayoría de los sistemas analíticos, estas fases tienen un papel relevante, pues la intersección de los haces se resuelve de forma relativa, esto es, en el espacio modelo para sólo después, en una segunda fase, establecer la semejenza de la solución encontrada con el terreno (ya sin intersección alguna). En Rolleimetric, la Orientación Relativa y el cálculo de coordenadas modelo es sólo

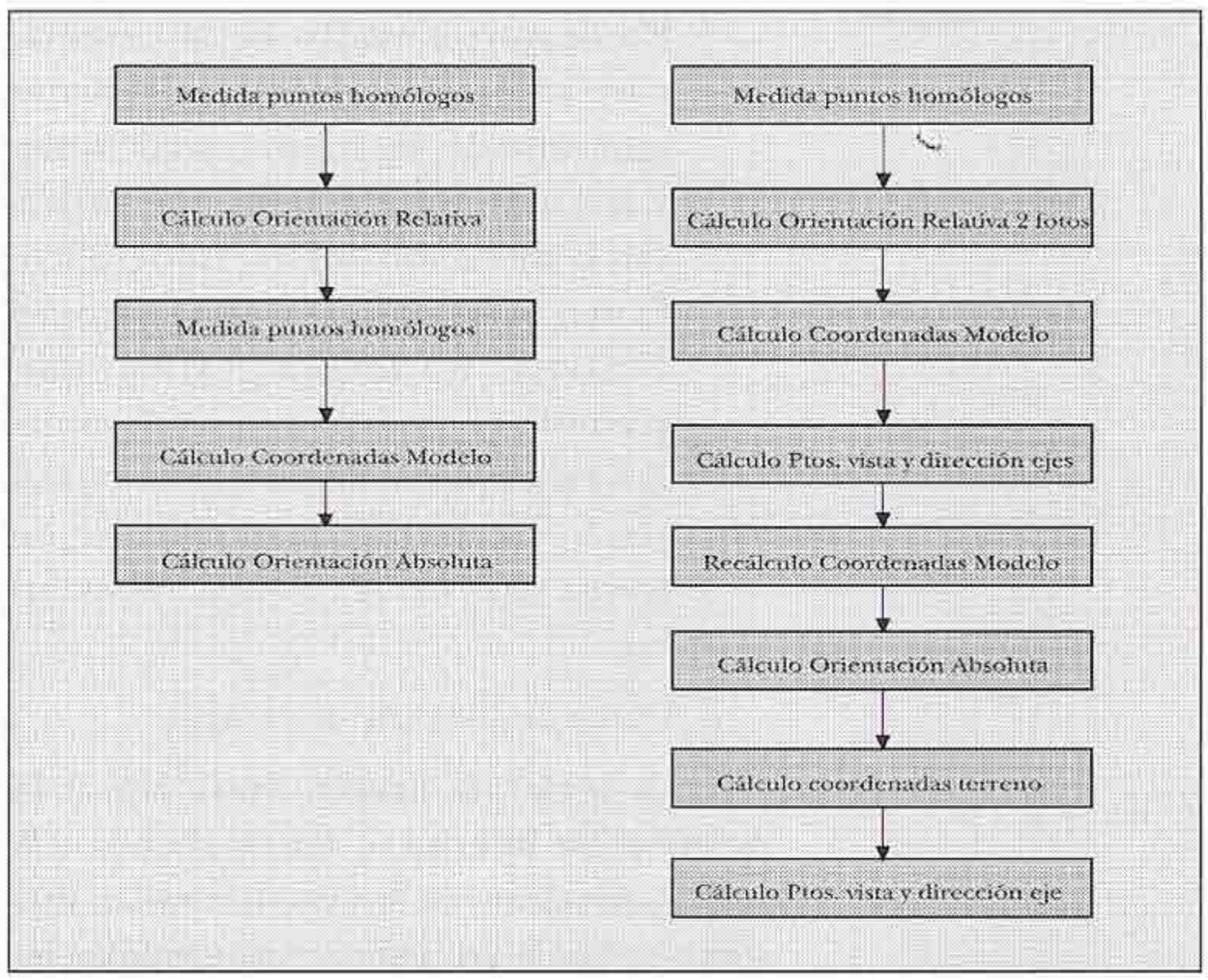


Figura 3: Procesos de Orientación externa habitual (izquierda) y en Rolleimetric MR2.

un paso intermedio en el proceso de cálculo de la posición de los puntos de vista y de la orientación de los haces. Una vez obtenidos estos parámetros, la intersección se resuelve de forma absoluta, directamente en el espacio terreno, sin mediar el paso por el modelo.

La cuarta y última etapa se refiere a la **restitución** propiamente dicha, esto es, al cálculo de coordenadas terreno del objeto a partir de la medida de sus coordenadas sobre la "tableta". Esta fase puede llevarse a efecto mediante dos procedimientos:

- Por la intersección de tres rectas, para lo que es peciso identificar puntos homólogos en tres fotografías.
- Por la intersección de recta y plano para lo que será necesario, en primer lugar, definir un plano del objeto (mediante la restitución de tres puntos pertenecientes al mismo, por ejemplo) y, en segundo lugar, identificar un punto, que pertenezca a dicho plano, sobre una de las fotografías.

ANALISIS DIDACTICO

Ventajas:

1. Carácter global:

Para facilitar que los alumnos alcancen una visión comprensiva y profunda de los fundamentos de la Fotogrametría (como de cualquier otra disciplina) es muy importante que desarrollen lo que podríamos llamar una **visión propia** de la materia, esto es, una visión de conjunto de la misma y personal, es decir, asumida, no originada en "el exterior". El contrapunto de esto es la perspectiva sectorial y externa de la materia: se perciben los contenidos como una colección de partes poco interrelacionadas entre sí y propuestas desde fuera (ajenas). Conseguir esta visión propia no es fácil pues depende, en gran medida, de la actitud del propio alumno (de sus intereses y de su responsabilidad). Pero, por otra parte, una presentación de la materia planteada desde el proceso global y que esté claramente vinculada a una finalidad (en este caso, la produccción cartográfica) facilita o estimula el interés y la asunción de una actitud positiva por parte del alumno.

En este sentido, la Fotogrametría es una disciplina, en líneas generales, poco favorable. Es notablemente articulada, corriéndose un fuerte riesgo de que sus numerosos elementos impidan ver el conjunto, perdiéndose así "panorámica" e incrementando el riesgo de que las tareas o actividades parciales se vacíen de sentido y, por tanto, de interés. Un inconveniente añadido es la casi imposibilidad material de abarcar, desde un punto de vista práctico, el proceso completo de un proyecto fotogramétrico en el transcurso de un curso universitario. Proyectar un vuelo, tanto en sus aspectos geométricos como fotográficos, encargarlo, aceptarlo, apoyarlo, orientarlo y restituirlo es algo que rebasa las posibilidades del año académico.

En fotogrametría terrestre, las cosas son bastante más asequibles, pero aun así, el precio de las cámaras métricas habituales hace que la proporción instrumento/alumno no pueda ser alta. A esto debe añadirse su bajo rendimiento cartográfico en comparación con la fotografía aérea. Además, tanto el proceso de toma como el de restitución resultan relativamente laboriosos, lo que aumenta la dificultad de encajar unas prácticas que sean completas y que a la vez no resten protagonismo a las que realmente deben tenerlo: las de aérea.

En este contexto, el sistema aquí analizado es un material interesante, pues permite llevar a cabo un proyecto cartográfico completo, con ciertas limitaciones de precisión, en un plazo de tiempo razonablemente corto (unas 8 horas), es decir, sin restar demasiado tiempo a

prácticas con fotografía aérea. Ello permite al alumno integrar de forma práctica en un proceso único una serie de procedimientos que tienden a presentarse dispersos. Le permite igualmente alcanzar un resultado (sea bueno o malo) y obtener una ponderación de las repercusiones que determinadas operaciones tienen en el producto final.

2. Fotogrametría sin restituidor

La enseñanza de la Fotogrametría (como de cualquier otra disciplina) en el entorno universitario debe cuidar, como se ha dicho, tanto el aspecto práctico ("¿cómo proceder?") como el aspecto teórico ("¿por qué proceder así?"). Un riesgo inherente a la Fotogrametría es su alta dependencia de instrumental complejo y la consiguiente tendencia a aprender su manejo obviando su fundamento. Ante el peso (la importancia operativa) de los restituidores, tanto analógicos como analíticos, debe ponerse mucho cuidado en combatir la idea de que el instrumental lo es todo. En el caso de los analíticos, la cuestión se "agrava", pues el propio programa indica al operador cada una de las acciones que debe efectuar en las diferentes fases, llegando a controlarlo por completo y con un cierto riesgo de generar la idea de que "fotogrametría analítica es la fotogrametría que resuelven los ordenadores" (como contestaba un alumno en un examen).

El sistema que aquí se analiza propone una fotogrametría analítica en su estado "más puro": una serie de medidas realizadas sobre las fotografías a las que se aplica una serie de algoritmos matemáticos para obtener las coordenadas relevantes cartográficamente hablando. En este sentido, implica una recuperación del planteamiento metodológico "original" de la Iconometría terrestre de Laussedat, antes de la aparición de las soluciones automatizadas basadas en los restituidores.

Se trata "simplemente" de resolver la intersección, gráfica o numéricamente, de las rectas que quedan determinadas por el punto de vista (una vez conocido) y los puntos recogidos en los documentos fotográficos (intersección directa). En la fase de orientación, el proceso es el recíproco (intersección inversa): se obtiene la posición del punto de vista (desconocido) por la intersección de las rectas que quedan determinadas por los puntos de apoyo y sus homólogos sobre las fotografías.

Rolleimetric MR2 no ofrece esta visión sintética de la fotogrametría analítica por sí mismo. De hecho, corre el riesgo de ser percibido como una herramienta compleja, más compleja incluso que los restituidores habituales, pues exige un esfuerzo operativo mayor por parte del usuario en la fase de orientaciones y restitución.

Pero sí ofrece la oportunidad de mostrar cómo es posible "hacer fotogrametría" sin necesidad de recurrir a procedimientos automatizados. El alumno podría obtener los mismos resultados que obtiene el programa, leyendo y procesando él mismo las coordenadas directamente obtenidas de la tableta digitizadora. En este sentido, el programa es una muestra práctica, tangible, de que la Fotogrametría es una técnica asequible y no tan dependiente del instrumental como a menudo se piensa.

Esta ventaja que aquí se expone debe entenderse de forma relativa. Obviamente, Rolleimetric MR2 no es bueno necesariamente por ofrecer una solución más "pura", menos automatizada. Si hubiese que elegir, sería preferible que el alumno desarrollara sus prácticas sobre un restituidor analítico o analógico convencionales. Pero una vez cubierto este objetivo, la aportación de este sistema se vuelve más significativa, pues aporta una forma de proceder que recoge más fielmente el modelo teórico.

3. Fotogrametría sin visión estereoscópica

Pudiera pensarse que el hecho de no emplear la visión estereoscópica es más

un inconveniente que una ventaja. Sin embargo, continuando con el hilo de lo comentado en el apartado precedente, el desarrollo de los restituidores analógicos, basados en la medida estereoscópica y la posterior subordinación de los restituidores analíticos a la misma metodología (por otra parte, muy cómoda), han tendido a imponer un cierto reduccionismo en el mundo de la Fotogrametría, de tal manera que es frecuente la asimilación de esta última con la fotogrametría estereoscópica.

El empleo de fotografías aisladas (rectificadas o no) en sí mismas o para formar mosaicos, bien para la obtención de cartografía planimétrica (dentro de ciertos rangos de precisión) o bien para la actualización de la misma, han sido tradicionalmente considerados como actividades marginales.

El tratamiento matemático de los bloques de aerotriangulación a partir de fotografías que no forman modelos estereoscópicos entre sí, sino que entran en el ajuste como entidades singulares y, más recientemente, el auge simultáneo de la fotogrametría digital y de la fotogrametría desde plataformas situadas en órbitas espaciales, han contribuido a "desmitificar" la fotogrametría estereoscópica. Hoy día, el concepto de fotogrametría estereoscópica debe ser matizado por el de fotogrametría de uno, dos o muchos haces fotográficos.

Al igual que en el caso anterior, la ventaja que se comenta no debe entenderse en términos absolutos. Hoy por hoy, la visión estreoscópica sigue siendo la herramienta fundamental de la Fotogrametría y sólo una vez cubierto este aspecto tiene sentido ofrecer una perspectiva más amplia. La estereoscopía es algo conveniente pero no imprescindible.

Desde el punto de vista práctico, el no empleo de la visión estereoscópica acarrea la negativa consecuencia de tener que registrar cada uno de los puntos que componen el levantamiento de forma discreta, lo que llega a hacerse tedioso. Aporta, sin embargo, en la vertiente positiva el que:

- La geometría de toma es mucho más libre; no tienen por qué verificarse unas determinadas condiciones de recubrimiento y paralaje.
- La geometría de restitución es, igualmente, más libre; no tiene por qué acometerse un proceso de colocación adecuada de las fotografías.
- Pueden procesarse todas las fotos (si son más de dos) a la vez.

4. Fundamento geométrico-matemático

Siguiendo con lo comentado en el punto 2 acerca del modelo analítico planteado, los algoritmos empleados por Rolleimetric MR2 ofrecen los siguientes aspectos originales respecto a otros programas:

- Empleo de una transformación de "8 parámetros" en la orientación interna o transformación de coordenadas instrumentales ("tableta") a fotocoordenadas. Como se ha indicado, este modelo matemático establece la proyección central entre dos planos y es habitualmente empleada en procedimientos de rectificación fotográfica. Es indudablemente positivo para el alumno ver cómo un mismo fundamento geométrico-matemático tiene contextos de aplicación y utilidades diferentes.
- La secuencia de la orientación externa es peculiar y muy interesante pues hace un uso de las ecuaciones de colinealidad más amplio de lo que es habitual en esta fase. Tal y como se ha comentado en el apartado 2, una vez calculadas las coordenadas modelo a partir de la Orientación Relativa de las dos fotografías de intersección más favorable, se calculan los parámetros de orientación de todas las fotografías, lo que es un procedimiento poco frecuente. Posteriormente se repite

este paso a partir de coordenadas terreno.

- Finalmente, una vez solucionadas las orientaciones, las mismas ecuaciones son empleadas para resolver directamente las coordenadas terreno sin mediar coordenadas modelo lo que tampoco es habitual y, además ilustra el hecho de que en fotogrametría analítica, la división clásica de la fotogrametría analógica en Orientación Relativa y Orientación Absoluta no tiene tanto sentido

En definitiva, es positivo para el alumno trabajar con un programa que utiliza modelos teóricos en contextos más amplios o diferentes de los consabidos. La condición de colinealidad resulta fundamental en fotogrametría analítica por su potencia de aplicación.

5. Importancia de los datos aproximados

Los algoritmos matemáticos de la fotogrametría analítica se basan mayoritariamente en la técnica iterativa de aproximaciones sucesivas. En la misma desempeña un papel esencial el juego de valores iniciales que se provee al sistema. Cuanto más precisos sean, menos iteraciones serán precisas para conseguir una solución adecuada. Recíprocamente, unas aproximaciones iniciales burdas pueden impedir que el sistema converja satisfactoriamente. Es habitual, sin embargo, que este juego de valores sea opaco al usuario: el propio sistema los calcula a partir de la configuración del vuelo, con lo que su relevancia en el proceso queda diluida u oculta.

En el caso que tratamos, en cambio, estos valores son explícitos: deben medirse en campo y deben incorporarse al proceso operativo. De esta manera, el alumno puede trabajar con ellos y confrontar la importancia práctica de los mismos con su importancia teórica.

6. Familiarización con los aspectos de toma fotográfica

El hecho de salir al campo para realizar una toma fotográfica, obliga al alum-

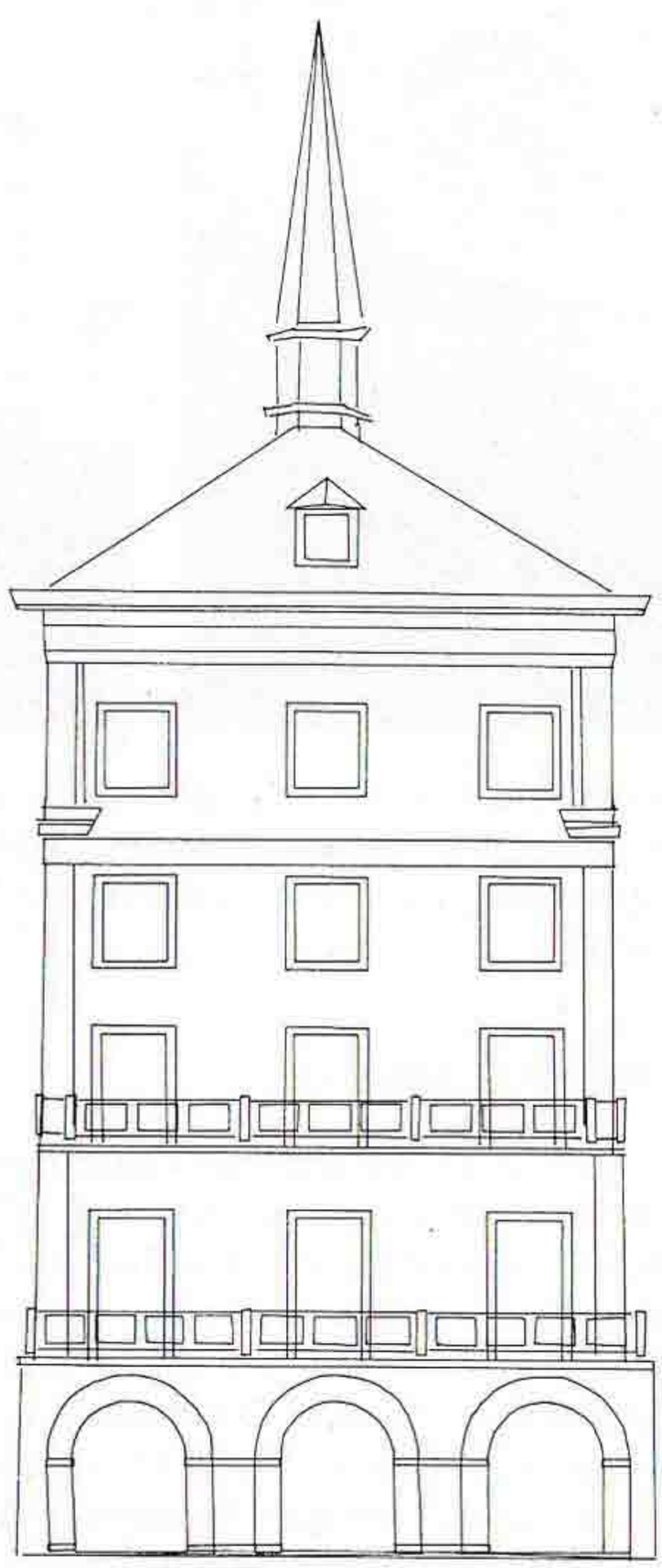
X (m)	Y (m)	Z (m)	dX(mm)	dY(mm)	dZ (mm)	EX (mm)	EY (mm)	EZ(mm)
10.445	27.557	15.417	0.6	1.7	4.5	121,00	64,00	–145,00
19.363	27.910	15.406	1.2	2.3	3.3	27,00	89,00	–226,00
20.469	27.790	14.994	1.1	2.3	0.2	–7,00	–1,00	–210,00
21.855	27.942	15.403	2.2	4.8	1.6	–9,00	32,00	–234,00
30.850	28.312	15.381	2.4	7.2	8.8	–124,00	–39,00	–233,00
12.143	27.705	13.472	2.2	3.6	0.8	111,00	73,00	–117,00
16.297	27.658	13.459	1.1	1.9	2.6	73,00	29,00	–121,00
20.146	27.780	13.456	1.9	4.1	0.5	33,00	18,00	–124,00
24.003	27.923	13.454	0.5	1.2	1.2	–10,00	15,00	–129,00
28.155	28.154	13.428	8.7	25.2	12.5	–64,00	–55,00	–163,00
11.804	27.632	10.605	0.6	0.7	0.2	92,00	13,00	–70,00
18.122	27.629	10.631	1.6	3.2	0.6	62,00	42,00	–58,00
21.139	28.000	9.666	1.6	3.6	1.6	4,00	31,00	–83,00
24.986	28.202	9.689	0.4	0.9	0.3	59,00	27,00	–59,00
29.438	28.273	10.583	0.6	2,00	0.3	87,00	22,00	–106,00
13.697	27.303	4.023	0.5	0.6	0.4	4,00	7,00	2,00
17.956	27.316	4.041	0.5	0.7	1.1	20,00	28,00	16,00
21.832	27.441	4.054	0.5	0.8	1.1	12,00	28,00	23,00
25.699	27.630	4.034	5,00	14,00	0.4	11,00	25,00	8,00
29.941	27.886	4.030	0.8	2.6	0.9	6,00	32,00	3,00

1

2

3

Resultado inicial de las prácticas de los alumnos con las 3 fotografías obtenidas



no a una serie de determinaciones prácticas importantes (complemento fundamental de las consideraciones abstractas), como:

- La determinación de los puntos de toma, lo que incluye la familiarización con el cambio de perspectiva (de los detalles), la variación de escala (y la calidad de los detalles) con la distancia, el sorteo de obstáculos, la consecución de una intersección de haces fotográficos próxima al ideal de 100 grados.
- La iluminación de la fachada, la posición del sol y, en consecuencia, la hora.
- El análisis del tipo de detalles que presentan una mayor definición y que mejor se prestan para actuar como puntos de apoyo.
- La posibilidad de jugar (si aún no han tenido oportunidad de ello) con la relación sensibilidad de la película/abertura relativa/tiempo de exposición.

7. Estructura de coordenadas locales y puntos de apoyo

Finalmente, la peculiar definición del apoyo invita a una reflexión acerca de

cómo un objeto que presenta una "orientación natural" puede ser aprovechado para establecer un sistema de coordenadas adecuado al mismo, que hace superfluos la totalidad de los parámetros de Orientación Externa excepto el que establece la proporcionalidad de las magnitudes, esto es, la escala.

INCONVENIENTES:

1. Complejidad

Por desgracia, Rolleimetric MR2 es demasiado complejo, incluso innecesariamente complejo. Algunos módulos, como el relativo a la entrada de los datos aproximados de la toma fotográfica, se han diseñado de forma que favorece muy poco la comprensión natural de lo que se está haciendo. En otros casos, como en la medida de coordenadas, podría haberse conseguido una estructura más adecuada a las operaciones fotogramétricas clásicas.

2. Monotonía

Sin duda uno de los mayores atractivos de la fotogrametría es la visión estereoscópica y su explotación métrica además de la perspectiva cenital en el caso de aérea. Esto no se da en Rolleimetric MR2. Los puntos deben medirse de uno en uno, lo que se hace tedioso. La complejidad antes comentada es un inconveniente añadido.

4

5

7

6

métrico completo en un plazo muy asequible y presenta unas peculiaridades operativas muy explotables didácticamente.

Análisis de precisiones

A lo largo del segundo cuatrimestre del curso 1993/94, los alumnos de segundo curso de la E.U.I.T. Topográfica de Avila, Javier Flor García, Juan Antonio Redondo García, Pedro Rey Méndez y Juan Manuel Serrano Robledano, en un grupo y Almudena Bravo Hernández, Juan Carlos Cantudo Tamurejo, Raúl Guerra Garrido y Raúl Sanz Sanz, en

CONCLUSIONES

El programa para ordenador personal Rolleimetric MR2 es un excelente material complementario de prácticas de Fotogrametría.

Sin duda, no puede ser considerado como el núcleo central de un "Aula de Restituidores" pero sí como un elemento muy valioso una vez cubiertas las necesidades de fotogrametría aérea. Permite llevar a cabo un proyecto fotogra-

8

9

11

10

otro, han llevado a cabo sendos levantamientos de fachadas de edificios monumentales de la ciudad. Al mismo tiempo, se aprovechó para dar coordenadas topográficas por trisección a 20 puntos regularmente repartidos (de buena definición pero sin placas de puntería) por la fachada, de manera que se pudiera tener una referencia de las precisiones obtenidas.

Comentar en extensión el procedimiento y resultados alcanzados merecería una presentación explícita y rebasa el ámbito temático de estas líneas. Tan sólo se presentan sucintamente los resultados obtenidos con el propósito de proporcionar un marco de validación métrica a las consideraciones didácticas hechas.

En ambos casos se procedió de forma similar: toma de tres fotografías, con la configuración geométrica y el apoyo recomendado por Rolleimetric MR2. Las escalas de negativo oscilaron entre 1/1200 y 1/1500 lo que da lugar a escalas en las copias en papel de 1/300 y 1/400 aproximadamente. La resolución alcanzable en la identificación de detalles naturales, en torno a 0,1 mm, conduce a precisiones esperables en el objeto entre 30 y 40 mm.

Los 20 puntos quedaron distribuidos en diferentes "pisos", de manera que pudiera determinarse fácilmente los errores altimétricos. En ambos proyectos los resultados son bastante similares por lo que sólo se presentan los relativos a uno de ellos.

En la tabla se recogen las coordenadas topográficas del objeto obtenidas por trisección, distribuidas por "pisos" altimétricos. Junto a ellas están las precisiones asociadas a las mismas (dX, dY, dZ) y en las tres columnas de la derecha las discrepancias existentes entre las coordenadas calculadas por Rolleimetric MR2 y las primeras (EX, EY, EZ).

A falta de análisis más rigurosos (empleando placas de puntería) los resultados obtenidos ponen de manifiesto que Rolleimetric MR2 ofrece resultados aceptables tan sólo para el "primer piso" de puntos considerados. A partir de los 10 m de elevación sobre el plano de referencia de las cámaras, los resultados no son aceptables, especialmente en altimetría para la que las discrepancias con las coordenadas de control se disparan exponencialmente con el incremento del ángulo de las visuales.

En definitiva, los resultados ponen de manifiesto la necesidad de reforzar la geometría de los puntos de vista en el sentido de las Z, es decir, con la situación de puntos de vista distribuidos en el plano XZ y no sólo en el plano XY.

VIDA PROFESIONAL

Nuestra compañera Mercedes Farjas Abadía, profesora titular de la EUITT de Madrid, se ha doctorado este año por la Facultad de Ciencias de la Educación, de la UNED, con la tesis titulada "La Topografía en la Comunidad Europea: Competencias Profesionales e Implicaciones Educativas. Estudio comparado República Federal de Alemania-España".

Con este trabajo, que obtuvo la calificación unánime "Apto Cum Laude", ha desarrollado un profundo estudio, que puede ayudarnos a entender el futuro de nuestra profesión en el entorno europeo, eligiendo Alemania como país de referencia por ser uno de los más desarrollados del mundo en el ámbito de la Topografía.

Desde estas páginas felicitamos a la nueva Doctora por la titulación académica lograda y esperamos que el estudio por ella realizado tenga la difusión adecuada y sirva para que los topógrafos españoles alcancemos la posición que nuestros compañeros de otros países europeos ya ocupan.

* * *

Los días 6, 7 y 8 de diciembre se celebrará en París la **3ª Conferencia Internacional de Topografía (CITOP)**, organizada por la Asociación Francesa de Topografía junto con la Real Institución de Topógrafos Cartográficos del Reino Unido, y será patrocinada por los siguientes organismos:

- Federación Nacional de Obras Públicas de Francia
- Federación Internacional de Geómetras (FIG-Comisiones 5 y 6)
- Asociación Geodésica Internacional
- Institución de Ingenieros Civiles de Londres

El programa estará compuesto por un ciclo de interesantes conferencias sobre las materias propias de nuestra profesión y por una Exposición técnica y científica.

Para más información dirigirse a:

ASSOCIATION FRANCAISE DE TOPOGRAPHIE.
136 bis rue de Grenelle, 75700 PARIS 07SP;
Teléfono 43.98.84.80, Telefax 47.53.07.10.

* * *

La comunidad científica de la facultad de Ingeniería de la Universidad de Zulia (Maracaibo, Venezuela) se reunirá con los investigadores de otras Instituciones Universitarias, Institutos de Investigación y con las empresas de ingeniería afines, para celebrar las **IX Jornadas Científico-Técnicas de Ingeniería**, del 21 al 26 de mayo de 1995.

Este acontecimiento se celebra cada dos años y en esta ocasión se hará extensivo a toda Iberoamérica.

Todos los interesados pueden obtener más información dirigiéndose a:

IX JORNADAS CIENTIFICO-TECNICAS DE INGENIERIA
Universidad de Zulia-Facultad de Ingeniería
Apdo. 4011A-526
Maracaibo - Venezuela
Fax: +58-61-523765, 512197, 512209

RECTIFICACION

En el número 62 de TOPOGRAFIA Y CARTOGRAFIA, correspondiente al bimestre mayo-junio, en la reseña correspondiente a las IV JORNADAS TECNICAS PARA LA AUTOMATIZACION DE LA CARTOGRAFIA Y SIG, al citar los organismos oficiales y firmas comerciales que estuvieron presentes en la Exposición Técnica de Topografía y Cartografía, omitimos de forma involuntaria a **GRAFINTA S.A.** que, como siempre, allí estaba presente con sus productos y novedades.

Rogamos disculpen esta omisión.

Fácil de manejar, rápido al medir: eficiente

Nuevo

Rec Elta® 15

La eficiencia de un taquímetro no sólo la determinan los tiempos de medición cortos. Es decisivo en primer lugar el manejo seguro y fiable del instrumento.
Por este motivo, el **Rec Elta® 15** no tiene teclas de asignación doble.
Por ello también las teclas de funciones están directamente coordenadas a la pantalla de gráficos de tamaño grande.
Vd. manda el desarrollo de la medición siguiendo informaciones en texto claro.
El instrumento le indica lo que hay que hacer y medir. Sirven de ayuda los programas de aplicación integrados y acreditados en la práctica. El registro interno automático de los resultados es una característica estándar del taquímetro compacto **Rec Elta® 15**.
Haga un ensayo con un **Rec Elta® 15**. Convenzase de que un manejo seguro incrementa la eficacia, ya que altas prestaciones y precio económico no se excluyen mutuamente.
Nos gustaría presentarle las demás ventajas que le ofrece el **Rec Elta® 15** para el trabajo práctico. Llámenos por teléfono o envíenos un telefax.

Topografía con Carl Zeiss
Simplemente precisa

BERDALA, S.A.
División Geodesia de Carl Zeiss
MADRID
Teléfono (91) 5 19 21 27
Telefax (91) 4 13 26 48
BARCELONA
Teléfono (93) 3 01 80 49
Telefax (93) 3 02 57 89

Leica sigue apostando por la Calidad

CEM

CERTIFICADO

expedido a favor de

LEICA ESPAÑA, S. A.

por el que se hace constar que

SUS PATRONES DE MEDIDA SE HALLAN REFERIDOS A LOS PATRONES NACIONALES desarrollados, mantenidos y custodiados por el

CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGIA

con el fin de garantizar la **TRAZABILIDAD** en el ámbito metrológico de las

Mediciones Longitudinales y Angulares en el campo de la Topografía, la Geodesia y la Ingeniería Civil

Tres Cantos, 1 de Agosto de 1994
EL JEFE DEL AREA DE LONGITUD
P.A.
Fdo.:Emilio Prieto Esteban

SQS

Schweizerische Vereinigung für Qualitätssicherungs-Zertifikate
Asociación Suiza de Certificación de Sistemas de la Calidad

SQS certifica por medio del presente certificado que la empresa citada a continuación dispone de un sistema de la calidad que se corresponde con las normas internacionales de gestión de la calidad y sistemas de la calidad (series ISO 9000/EN 29000)

Leica S.A., Heerbrugg y Unterentfelden

en base al resultado de la auditoría de repetición el

Certificado SQS, clase ISO 9001/EN 29001

Con ocasión de la auditoría de repetición realizada por la SQS se constató que desde la última inspección de la SQS el sistema de la calidad fué aplicado de forma conveniente y ajustado a diario. Las exigencias de las normas internacionales antes nombradas para el modelo citado se cumplen en su totalidad.

El presente certificado SQS es válido hasta el día 24 de Julio de 1995 inclusive
La validez del presente certificado SQS es de 3 años.
Número de registro 10471-03

Zollikofen, 25 de Julio de 1992

El Consejo Directivo:

Miembro del Consejo Directivo de SQS

Presidente de SQS

La Sección Comercial:

Director gerente de SQS

La SQS es miembro de la Red E.Q.Net - European Network for Quality System Assessment and Certification, y está autorizada para utilizar el signo del Servicio Suizo de Certificación SCES. La SQS está acreditada por el Servicio Suizo de Acreditación SCES 002. No de acreditación SCES 002

Certificado de Calibración
TC 1000 / TC 1600
con Distanciómetro DI 1600

Cliente: FCC. Obra Presa Gargáligas, Mérida/Badajoz
Equipo: Wild TC 1600 nº serie 360906
Nº Inventario Cliente: 30 575

- ☒ Limpieza general
- ☒ Ajuste de movimientos Hz y Vt
- ☒ Revisión de niveles
- ☐ Ajustar compensador
- ☒ Ajustar enfoque
- Ajuste electrónico
- ☐ Base nivelante y plomada
- ☐ Engrase eje horizontal
- ☐ Engrase eje vertical
- ☐ Limpieza limbos Hz o Vt
- ☒ Ajuste perpendicularidad de ejes
- Corrección y comprobación

Colimador de ejes Wild nº: 024
Normas: según patrones certificados por el Centro Español de Metrología
Temperatura: 24 °C

	Registro Entrada	Tolerancia	Registro Salida
Desviación Hz	0,0035	0,0010	0,0004
Desviación Vt	0,0025	0,0010	0,0005
Plomada óptica mm	0,6	0,5	0,4
Pependicularidad eje mm		0,4	

Pto.	Chequeo	Entrada	Resultado	Valor
1		60	50	
2	Consumo actual	320	320	< 70 mA
3	Consumo actual	28	28	< 400 mA
4	IR-Power	50	50	> 20 µW/50 µWS
5	Frecuencia calc.	ok	ok	50MHz±2550Hz
6	Frecuencia transm.		SI/NO	
7	Señal recibida/tono	ok	ok	displ./audible
8	Alineam. óptico	ok	ok	señal máx. en centro prisma
9	Dist. medida	2450	2450	
10	Señal recib. 1 m	ok	ok	1200-2800 ADC
11	Señal recib. 30,050 m	2170	2170	
12	CAL señal PATH	5S	5S	1450-2200 ADC
13	Recib. ruido	ok	ok	<90ADCpp/<30ADCrms
14	Pos. motor filtro	4.4.		Δ-position < ± 20
	Versión software			

Certificados por el C.E.M.

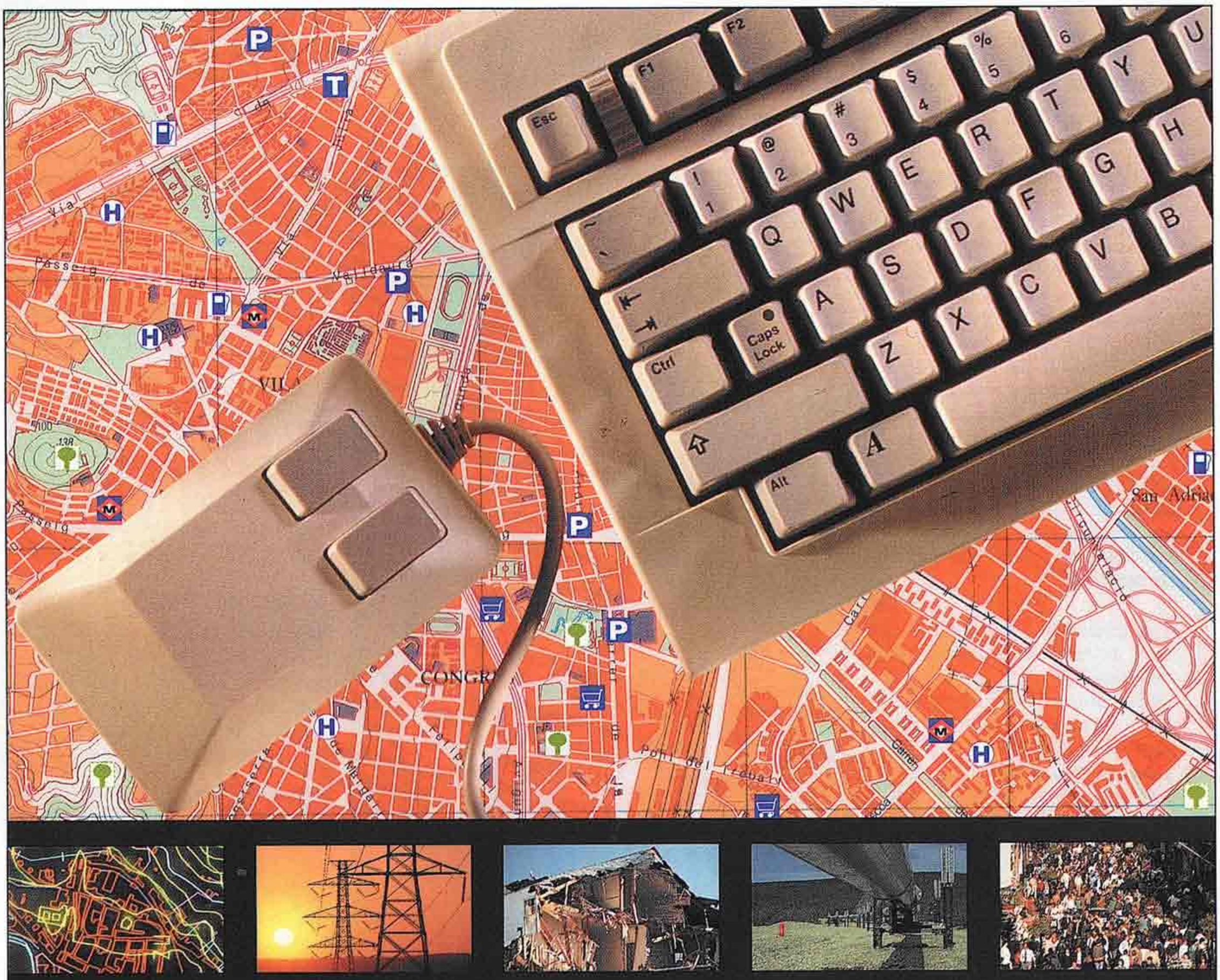
El aparato ha pasado todos los controles de ajuste según normas del C.E.M., y se encuentra en perfectas condiciones de uso.

Próxima calibración recomendada: 19.09.1995
Técnico: 7
Fecha: 19 de septiembre de 1994

Leica es la **PRIMERA EMPRESA DEL SECTOR CERTIFICADA POR EL CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGIA,** con fecha 1 de agosto de 1994.

Leica, una vez más, demuestra la **CALIDAD** de sus productos y equipo humano, consiguiendo la más alta calificación de sus equipos y calibraciones en el campo de la Topografía, la Geodesia y la Ingeniería Civil.

Entre en el mundo de la
Cartografía Digital...



√ Redes de distribución, √ Puntos de venta, √ Localización de mercados, √ Tendidos eléctricos, √ Previsión de riesgos, √ Optimización de rutas, √ Obra civil, √ Estudios medioambientales, demográficos, etc.

...y descubra sus múltiples aplicaciones.

PRODUCTOS:

Base de Datos 1: 200.000 (BCN200), Base de Datos 1:1.000.000 (BCN1000), Modelo Digital del Terreno (BCN200), Base de Datos Monotemáticos, Mapa de Usos del Suelo (Corine-Land Cover), Datos Teledetección (Landsat TM) (Spot Pancromático) , Líneas Límite (Varias escalas).

cnig
CENTRO NACIONAL DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

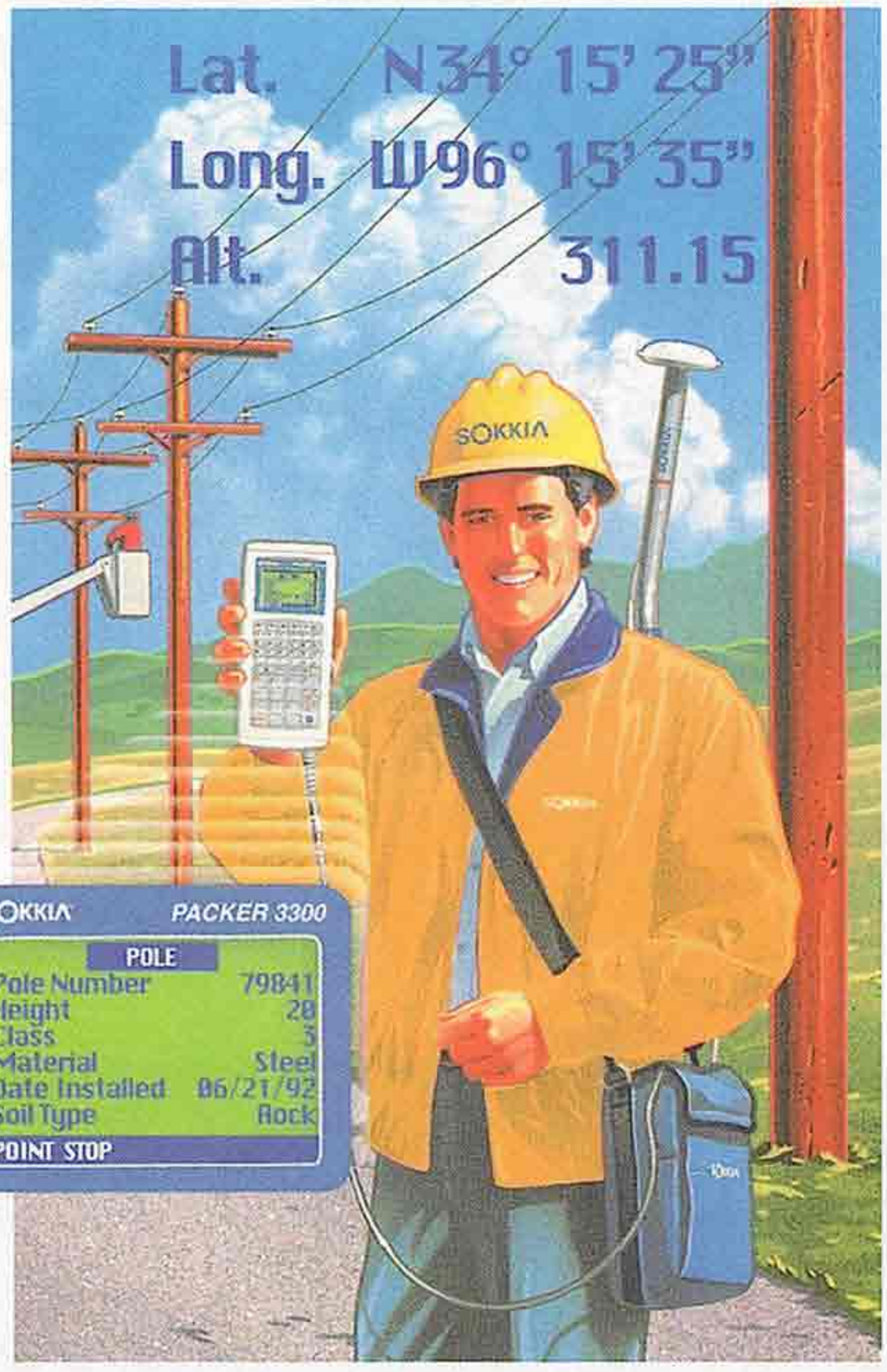
Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente
Instituto Geográfico Nacional

Información y venta: General Ibáñez de Ibero, 3 - 28003 MADRID. Fax: (91) 553 29 13 - Información: Tel. (91) 536 06 36 - Venta: Tel. (91) 533 38 00 Exts. 444 y 484

G.P.S. SPECTRUM

LIBERTAD DE POSICION

No es necesario ser un experto para beneficiarse de la tecnología GPS. El sistema de Sokkia, *SPECTRUM* para almacenamiento de atributos y posiciones, elimina la necesidad de un amplio conocimiento geodésico. Sencillo: todo se reduce a recopilar electrónicamente los atributos necesarios para definir nuestro trabajo en el terminal de datos Packer 3300. El potente logical de *SPECTRUM* determina automáticamente la posición en 3 dimensiones, proporcionándole una **"Total libertad de posición"**.



Cualquiera que sea la aplicación, se necesita un sistema de adquisición de datos accesible, preciso y fácil de usar. Sokkia responde a esta necesidad con una solución que combina un absoluto control del almacenamiento de atributos, con la tecnología de posicionamiento GPS, creando *SPECTRUM*.

Se trata de una vía de aproximación para una eficiente adquisición de atributos y posiciones destinados a Sistemas de Información Geográficos (GIS/LIS). Precisiones de 1 a 5 metros en segundos. Si usted es ingeniero de minas y necesita conocer los últimos frentes de excavación, o topógrafo que busca la forma más rápida de realizar un reconocimiento o una planificación, o si usted necesita realizar cualquier proyecto de control de plagas y proyectos medio-ambientales, en usted hemos pensado al diseñar el *SPECTRUM*. Usamos el popular software Microsoft Windows(TM) para reducir el tiempo de aprendizaje, y ponemos a su disposición todas estas ventajas:

PERSONIFICACION DE ATRIBUTOS

Usted puede controlar toda la información que quiere almacenar en campo, definiendo todas las librerías de atributos necesarias en el Controlador de Atributos de *SPECTRUM*.

MULTIPLES SOLUCIONES OFFSET

En caso de no poder situarnos en el punto de interés, proporcionamos los procesos de observación y cálculo necesarios para hallar dicha solución.

DISEÑADO PARA SER COMPATIBLE

El Controlador de datos de *SPECTRUM* ofrece sin esfuerzo transferencia de datos a los paquetes de CAD, Cartografía y SIG más comunes.

TOMA DE DATOS SIN LISTADOS

Elimine el comprobar listados. *SPECTRUM* le avisa automáticamente de los pasos a seguir en la realización de su trabajo.

COMPACTO, TODO EN UN SOLO SISTEMA

Hemos configurado el sistema perfecto para usted. Es el sistema de almacenamiento de datos GPS más pequeño y ligero disponible: totalmente transportable, una persona puede llevarlo y trabajar con el todo el día sin esfuerzo.

Libertad para recibir la posición real de cualquier punto... Libertad para poder concentrarse en la definición de los atributos... Libertad para controlar electrónicamente el trabajo de campo. ¿Qué más cabe esperar del líder mundial en sistemas de medida y almacenamiento de datos?

Pida un catálogo y sabrá como la **"Total libertad de posición"** de *SPECTRUM* puede trabajar para usted.

SOKKIA

A LA MEDIDA DE SU EXITO

Isidoro Sánchez, S.A.
RONDA DE ATOCHA, 16
28012 MADRID
TEL.: (91) 467 53 63
FAX: (91) 539 22 16

50% más de productividad en nivelación

Leica le ofrece la posibilidad de medir, visualizar y registrar altitudes y distancias automáticamente con sólo pulsar un botón; con los niveles digitales automáticos

WILD NA2002 · NA3000

- **Ahorro de hasta un 50% de trabajo**
- **Manejo sencillo**
- **Técnica de menú**
- **Ausencia de errores de lectura**
- **Programas de cálculo**

Precisión de sistema:
WILD NA2002
1,5 mm a 0,9 mm/km
WILD NA3000
alta precisión
0,4 mm/km
en 1 km de nivelación doble
Solicitenos información más detallada

Leica

Freixa, 45 - 08021 Barcelona - Teléf. (93) 414 08 18 - Fax (93) 414 12 38
c/. Basauri, s/n. - Aravaca - 28023 Madrid - Teléf. (91) 372 88 75 - Fax (91) 372 89 06
Virgen de Montserrat, 12 - Planta. bja. dcha. C - 41011 Sevilla - Tel. (95) 428 43 53 - Fax (95) 428 01 06

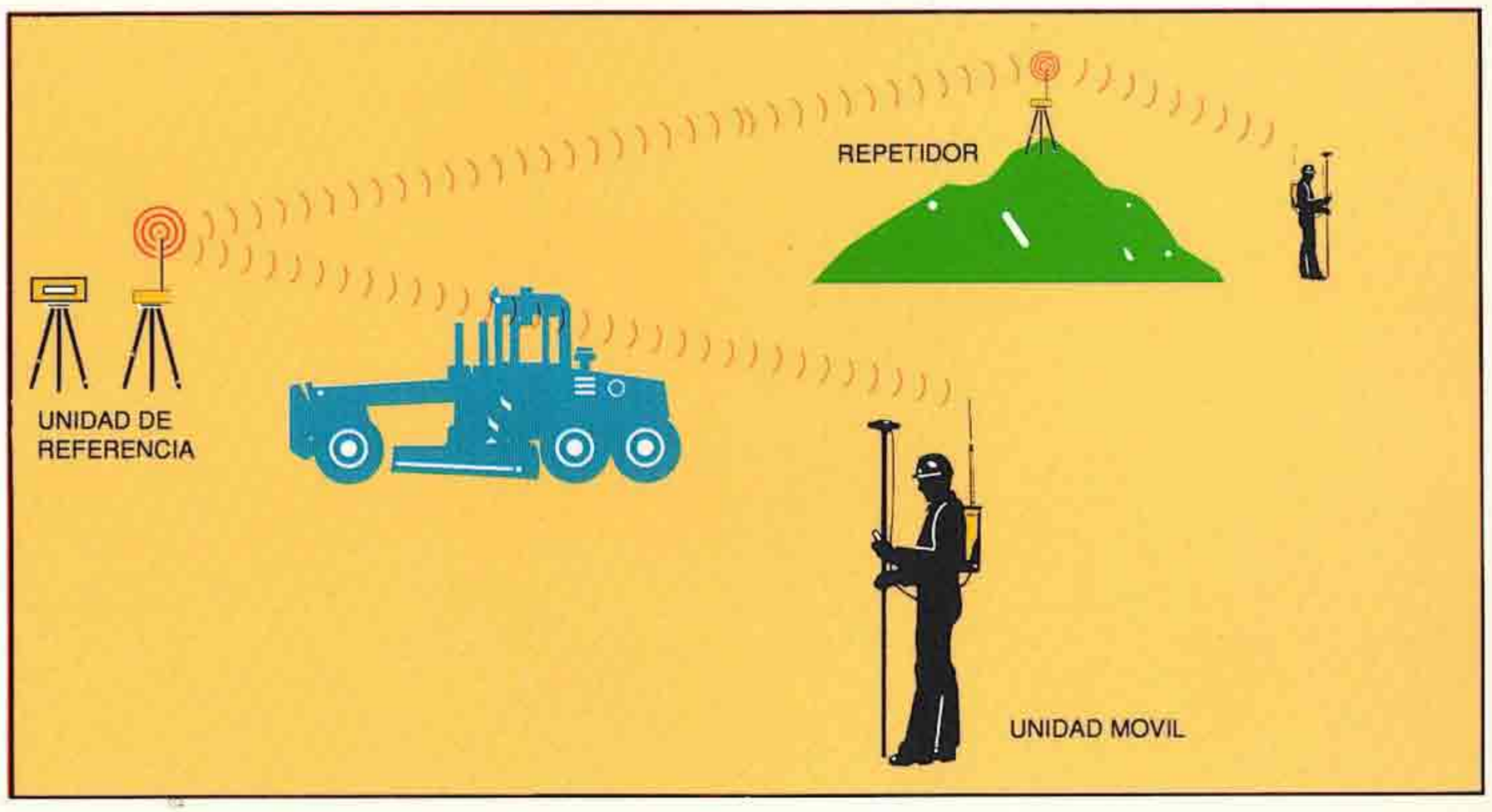
Estación Total GPS

La más reciente innovación topográfica: precisión centimétrica en tiempo real.

Está formada por dos estaciones, la referencia y la móvil.

- **Estación de referencia:** Receptor GPS Trimble 4000 SSE6ªO, doble frecuencia, con radioenlace transmisor.

- **Estación móvil:** Receptor GPS Trimble 4000 SSE6ªO, doble frecuencia, con radioenlace receptor y colector de datos.



La estación total GPS puede ser empleada con igual eficacia en trabajos de apoyo fotogramétrico, en topografía clásica y en replanteo. Con precisión centimétrica en tiempo real, puede adquirir las coordenadas de los puntos físicos que está visitando y con la misma rapidez y eficacia, determinar los puntos en el terreno que corresponden a las coordenadas exigidas por el proyecto (replanteo).

Hasta ahora, solo se podía obtener precisión centimétrica obteniendo una cantidad suficiente de datos en dos ó mas receptores y analizando estos datos con el programa adecuado en un ordenador vía posprocesado. Esta técnica ha sido, hasta el momento, la base del GPS en aplicaciones geodésicas y fotogramétricas (apoyo).

Ahora, mediante el empleo de un equipo auxiliar de comunicaciones, la estación de referencia transmite los datos de los satélites a la estación móvil, que los traduce mediante un procesador de alta eficacia conjuntamente con los datos que está recibiendo, para ofrecer soluciones en tiempo real, ya sea en aplicaciones de apoyo fotogramétrico, de topografía clásica ó de replanteo.

Con la Estación Total GPS, de TRIMBLE, puede ser más productivo, más rentable.

rafinta
SOCIEDAD ANONIMA

Trimble
El líder en soluciones GPS

Avda. Filipinas, 46 - Tlf.: (91) 553 72 07 - Fax (91) 533 62 82 - 28003 MADRID