

TELEDETECCIÓN

SISTEMAS DE

MEDIO AMBIENTE

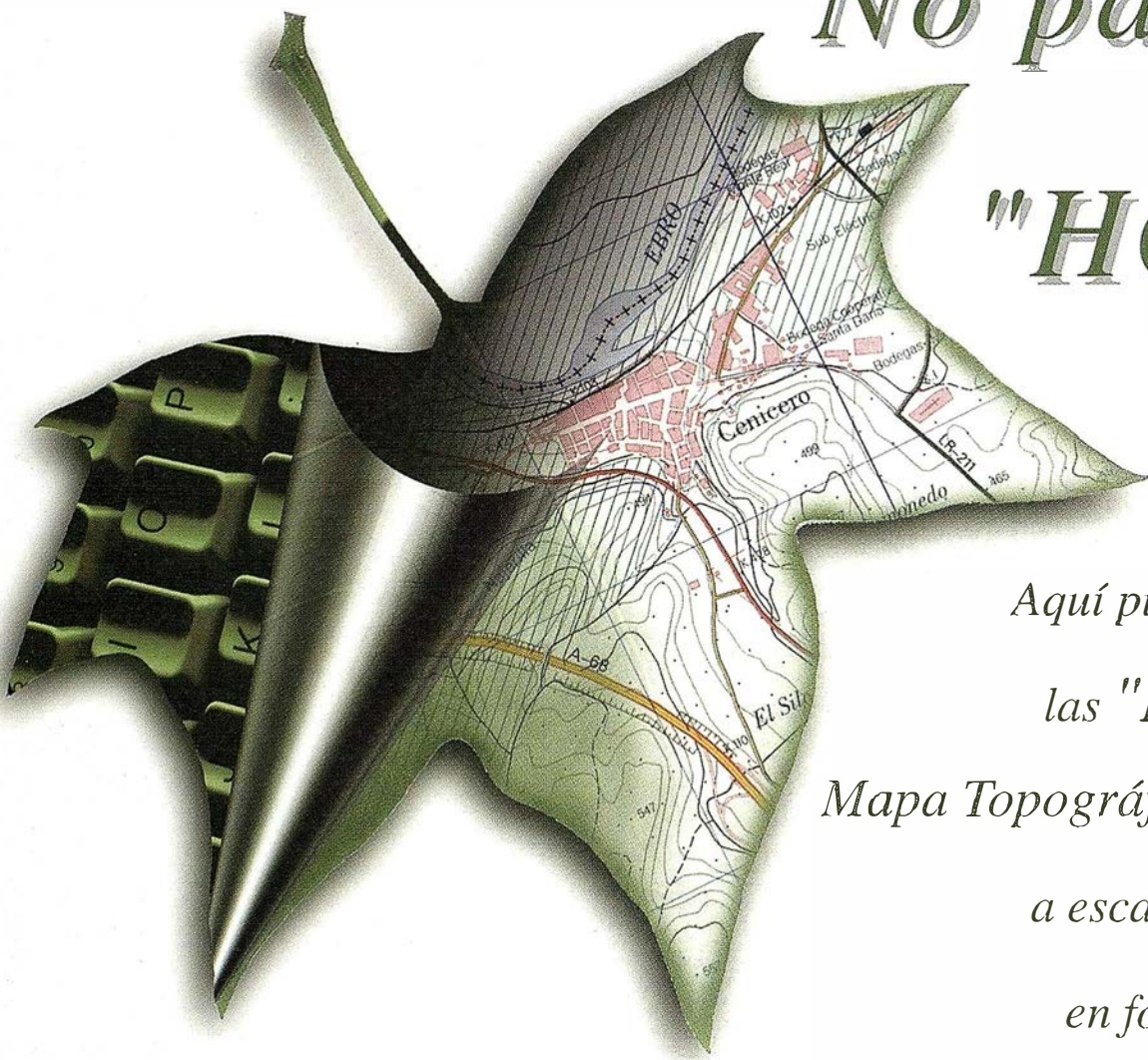
CARTOGRAFÍA



Nº 58 NOVIEMBRE 1999 PRECIO 900 PTAS

INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

No pase la "HOJA"



Aquí puede encontrar
las "HOJAS" del
Mapa Topográfico Nacional
a escala 1:25.000
en forma digital.

Imprescindible en proyectos de...

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

Productos disponibles:

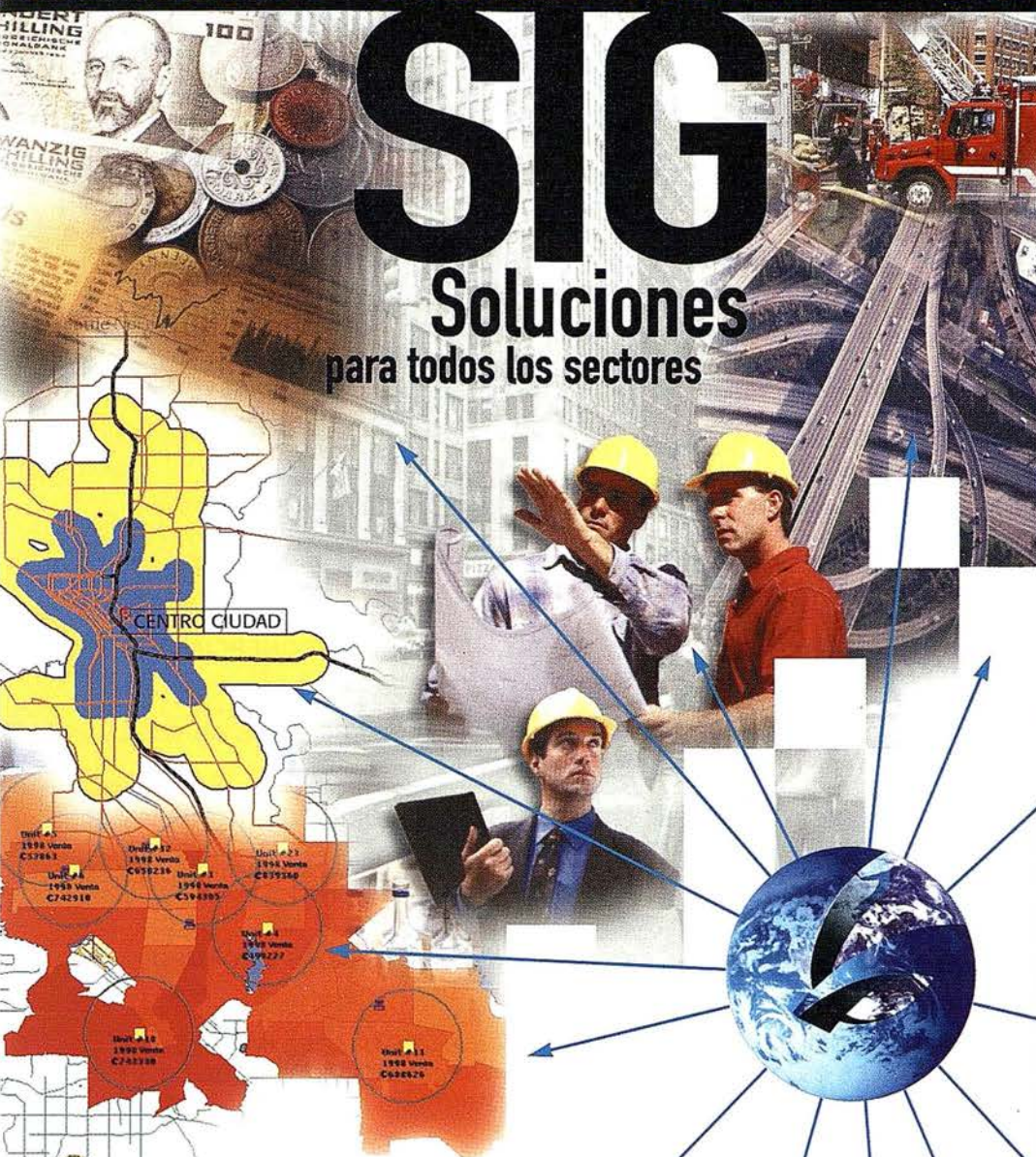
Base de Datos 1: 25.000 (BCN25), Base de Datos 1: 200.000 (BCN200), Base de Datos 1:1.000.000 (BCN1000),
Modelo Digital del Terreno (MDT25), (MDT200) y (MDT1000), Base de Datos Monotemáticos,
Mapa de Usos del Suelo (Corine-Land Cover), Datos Teledetección (Landsat TM)
(Spot Pancromático), Líneas Límite (Varias escalas).

GeoMedia

número uno en

SIG

Soluciones para todos los sectores



Conozca la nueva generación de Sistemas de Información Geográfica.

Asista a las **PRESENTACIONES** para usuarios finales y **SEMINARIOS** para desarrolladores de aplicaciones que organizamos por el territorio nacional.

 **GeoMedia**[™]

El cliente geográfico de múltiples formatos con capacidad de análisis espacial.

 **GeoMedia Professional**

El producto para captura y mantenimiento de datos geográficos, desarrollado con la última tecnología que le permitirá mejorar su productividad.

 **GeoMedia Web Map**

Permite publicar información geográfica en WEB, mejorando eficiencia y productividad con respecto a otras herramientas del mercado.

 **GeoMedia Network**

La solución para el análisis de redes logísticas y de transporte.

 **GeoMedia Web Enterprise**

Añade a GeoMedia Web Map nuevas funciones de análisis de información SIG o de redes

 **GeoMedia Relation Modeler**

Versión extendida de GeoMedia Professional, que permite establecer relaciones entre entidades de acuerdo a unas normas preestablecidas. El producto para redes de distribución.

BARCELONA

27 de Octubre

MADRID

3 de Noviembre

BILBAO

17 de Noviembre

SEVILLA

23 de Noviembre

VALENCIA

30 de Noviembre

PRESENTACIONES

SEMINARIOS

28 de Octubre

4 de Noviembre

18 de Noviembre

24 de Noviembre

1 de Diciembre

INTERGRAPH



Reserve ya su plaza

Tel.: 91.372.80.17

(Preguntar por Srta. Silvia Vázquez)

Líder Mundial en Sistemas de Información Geográfica

INTERGRAPH (España) S.A. • C/Gobelas, 47 - 49 • (La Florida) 28023 MADRID • Tel.: 91 372 80 17 • Fax: 91 372 80 21

INTERGRAPH (España) S.A. • C/Nicaragua, 46. 1º 1ª • 08029 BARCELONA • Tel.: 93 321 20 20 • Fax: 93 321 47 73

Web: www.intergraph.com/gis

MAPPING

SUMARIO

7 LA CARTOGRAFÍA, LA GRAN OLVIDADA

10 INETER FINALIZARÁ EN JULIO LOS LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS DE LOS BARRIOS OBJETOS DE TITULACIÓN URBANA

12 CARACTERÍSTICAS DEL HURACÁN MITCH Y AFECTACIÓN AL TERRITORIO NICARAGÜENSE

16 EL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL EN LA GESTIÓN DEL MEDIO NATURAL. SERVICIO PÚBLICO DE ACCESO A ANTENA BASE DE GPS EN MURCIA

20 GENERALIZACIÓN DEL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE JAÉN MEDIANTE MORFOLOGÍA MATEMÁTICA

26 EL ENFOQUE GEOGRÁFICO AL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN COMERCIAL Y DE MARKETING

30 DISEÑO DE UN GIS PARA EL SEGUIMIENTO EVOLUTIVO DE PROCESOS AGRÍCOLAS Y FORESTALES MEDIANTE DATOS NOAA-AVHRR

38 DISEÑO Y SIMULACIÓN DE REDES DE FOTOGRAMETRÍA CONVERGENTE MEDIANTE AUTOCALIBRACIÓN

48 MAREMOTOS EN NICARAGUA

52 ACCESO Y ANÁLISIS GRÁFICO DE DATOS DE SATÉLITE Y MEDIDAS DE CAMPO A TRAVÉS DE INTERNET EMPLEANDO ION

58 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE SUPERFICIE FOLIAR (LEAF AREA INDEX) EN MASAS FORESTALES USANDO IMÁGENES LANDSAT-TM. CONCLUSIONES DE UN PRIMER ESTUDIO EN LA SIERRA NORTE DE CÓRDOBA

64 EL SISMO DE MAGNITUD 4.6 AL SUR DEL VOLCÁN MOMOTOMBO, 01 DE MARZO DE 1998

66 APLICACIONES FOTOGRAMÉTRICAS SOBRE IDL

68 INTEGRACIÓN DE DATOS GPS EN UN PROTOTIPO SIG

77 A TU AIRE, UNA NUEVA FORMA APRENDER FOTOGRAMETRÍA

90 INFORME EJECUTIVO SOBRE LA DIRECCIÓN DE GEODESIA Y CARTOGRAFÍA

93 ORIENTACIÓN ANALÍTICA EN DOS PASOS (ORIENTACIÓN RELATIVA POR MODELOS INDEPENDIENTES)

Foto Portada: D. Joaquín Almunia, Secretario General PSOE. D. Rufino Oliva, Presidente CONASCO. D. José Ignacio Nadal, Director MAPPING.

Edita: CARTOSIG EDITORIAL, S.L. **Director de Publicaciones:** D. José Ignacio Nadal. **Redacción, Administración y Publicación:** Pº Sta. Mª de la Cabeza, 42 - 1º - Oficina 3, 28045 Madrid - Tel. 91 527 22 29 Fax: 91 528 64 31 <http://www.ctv.es/mapping>, E-mail: mapping@ctv.es **Delegación en Andalucía y Extremadura:** D. José Manuel Escobar Tel. 956 27 11 04 **Delegación en el País Vasco:** Srta. Ana Moreno Tel. 945 29 80 85, **Diseño Portada:** R & A MARKETING **Fotomecánica:** P.C. FOTOCOMPOSICIÓN **Impresión:** COMGRAFIC **ISSN:** 1.131-9.100 **Dep. Legal:** B-4.987-92.

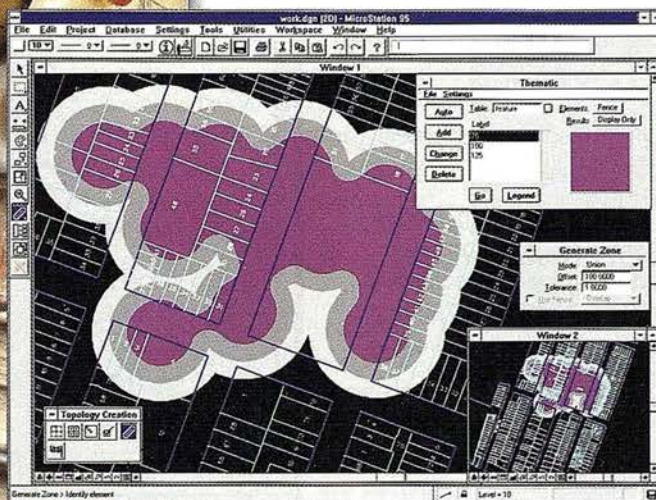
Fe de erratas: En el nº 56 septiembre 99, pag. 84 art. «Las diversas aplicaciones de la Tecnología SIG» había un mapa de la CAM cedido por cortesía de TPI páginas amarillas que no se publicó en su día.

MicroStation

GeoGraphics®

para MicroStation 

la solución de CAD
para el mundo GIS.



- Totalmente personalizable.
- Gran capacidad de análisis espacial.
- Configuración de proyectos mediante un Wizard.
- Nuevo gestor de mapas incluyendo ficheros raster.
- Nuevo generador de consultas a base de datos (SQL Builder).
- Visualización continua de la Cartografía.
- Máquina virtual Java (JVM).

**Solución Multiplataforma
PC y UNIX.**



91 372 89 75

www.bentley.es

Noticias

Kodak presenta la nueva impresora Inkjet en gran formato Kodak Professional Large Format Printer 3038, con tecnología piezoeléctrica

Kodak, multinacional norteamericana líder en el sector fotográfico, ofrece todos los beneficios, en cuanto a calidad de imagen se refiere, de los últimos avances en tecnología piezoeléctrica, son su nueva Impresora Inkjet en gran formato **Kodak Professional Large Format Printer 3038**. El Sistema de Impresión 3038 ofrece una solución completa, combinado con las tintas en color de **Kodak El Standard Process**, basadas en tintes para impresora piezoeléctrica, y proporcionando unos excelentes resultados sobre una amplia variedad de soportes **Kodak EI**, diseñados para cualquier tipo de aplicación.

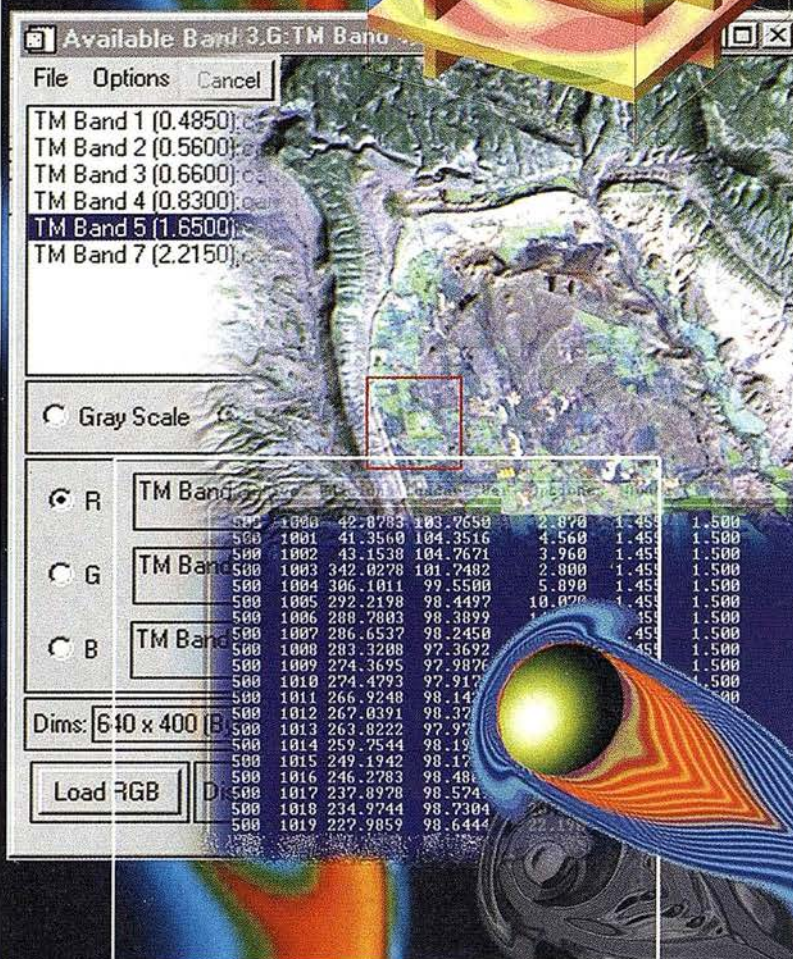
La Impresora Inkjet en gran formato **Kodak 3038** de **Kodak Professional** incorpora un innovador cabezal de impresión piezoeléctrica, y ofrece una resolución de hasta 1440 x 720 ppp que permite alcanzar una calidad de impresión con realismo fotográfico.

Las tintas **Kodak Professional El Standard Process**, proporcionan una excelente gama de colores brillantes y saturados.

La nueva impresora de gran formato **Kodak 3038** incluye un software RIP específicamente diseñado – **"BEST Color® para Kodak"** – que permite una alta precisión de color, nuevos perfiles ICC para los soportes y tintas de **Kodak Professional**. Junto a la gama de soportes compatibles **Kodak EI Media**, que ya están disponibles, la impresora **Kodak 3038** representa una solución integrada y fácil de usar que proporciona a los usuarios unos nuevos niveles de calidad, flexibilidad y productividad.

La **Kodak Professional Large Format Printer 3038** tiene un área de impresión de 934 mm. (A0 a sangre) con tres niveles de resolución. El cabezal permanente piezoeléctrico, diseñado para depositar las tintas de una forma más eficiente, junto con los cartuchos individuales de tinta de 220ml. CMYK, simplifican su recambio y reducen el desperdicio de tinta.

La nueva impresora se lanza a un precio que abre la impresión inkjet en gran formato a una amplia variedad de usuarios, no sólo los tradicionales servicios de preimpresión, laboratorios comerciales y servicios rápidos de impresión, sino también a copisterías y establecimientos fotográficos en general.



EL SOFTWARE DEL MUNDO CIENTÍFICO

IDL (Interactive Data Language) y todos las herramientas nacidas a partir de él tienen una presencia insustituible en el mundo de la investigación, la ciencia y la tecnología. Su poder en la lectura, tratamiento y representación de datos es explotada y aprovechada al máximo en esos campos profesionales.



Lenguaje de programación rápido, fácil, portable entre plataformas, integrable con códigos externos y flexible en la importación/exportación de formatos.



Software para el tratamiento de imágenes (multiespectrales, hiperespectrales, de resonancia magnética, ...)



Permite al usuario explotar toda la funcionalidad de IDL en Internet o Intranet. Presenta dos opciones de desarrollo: ION-Script e ION-Java.



Gestión topográfica (a partir de MDT's) y de redes fluviales para el análisis de cuencas hidrográficas.



Este programa permite al usuario todo tipo de análisis y representaciones 2D y 3D sin necesidad de conocer un lenguaje de programación.



Hace más sencilla la programación ya que combina la potencia de IDL con un entorno de programación gráfico, con conectividad entre los procesos.

Distribuidor para España y Portugal:

Telf. y Fax: 91-6590255

www.grupoatlas.com

software@grupoatlas.com

ESTUDIO



SOFTWARE CIENTÍFICO

LA CARTOGRAFÍA, LA GRAN OLVIDADA



Cartógrafos, geógrafos, topógrafos y afines a nuestro sector, estamos viendo pasar tiempos de cambios en la sociedad que nos rodea: los Sindicatos pactan y negocian con el Gobierno mejoras sociales, el Gobierno con la Unión Europea, las Organizaciones Empresariales (CEOE, CONASCO, CEPSCO, etc.) pactan con los Grupos Parlamentarios modificaciones de leyes para mejorar y hacer evolucionar su sector (también nuestro) y todo ello debido a que se hace necesario proyectar hacia el futuro con otras formas más modernas en cada uno de nuestros sectores.

En el mundo de la Cartografía tenemos la sensación de estar parados en el tiempo. Muchos profesionales observan que la evolución es muy lenta e indiscriminada, creciendo sin criterios que homogeneicen un proyecto en el que formemos parte los profesionales y hagamos una reflexión sobre las carencias fundamentales de nuestro sector, como son: Falta de un proyecto unificador de criterios desde el Ministerio, en coordinación con los sectores que forman parte de las bases cartográficas del Estado en el que deben estar presentes los profesionales, tanto de la Admón. como de las empresas privadas.

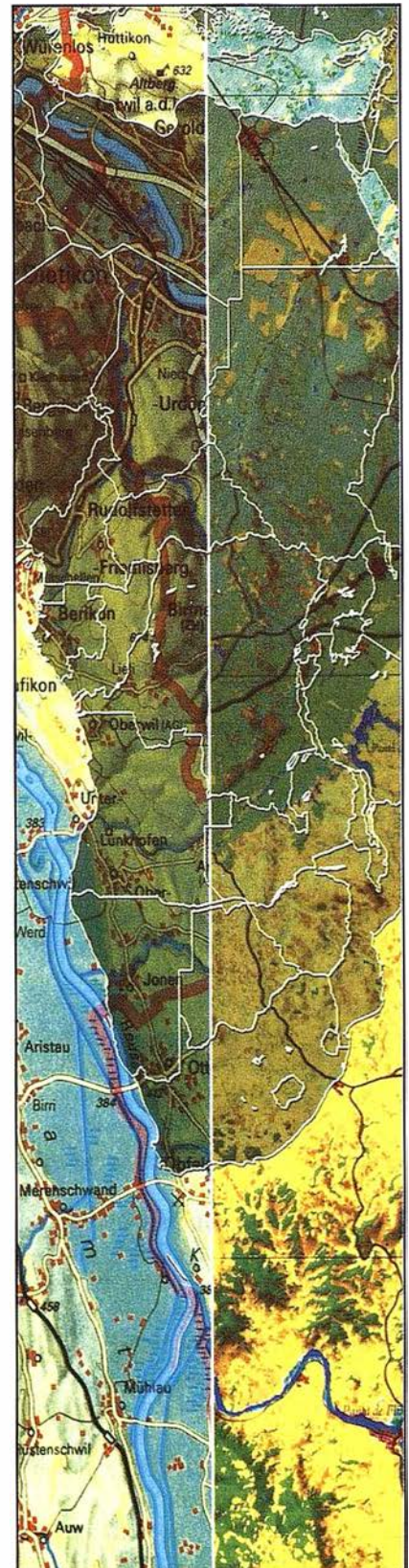
Se hace imprescindible invitar a expertos en nuevas tecnologías relacionadas con nuestro sector, ya que en la actualidad no se aprovechan adecuadamente, y sobre todo exigir un presupuesto acorde a la responsabilidad que se deriva para los servicios que debe dar el Instituto hacia el exterior del Estado.

No debemos ser los desconocidos del sector cartográfico, o de las obras públicas ni de la formación de nuestros escolares, que dicho sea con el debido respeto, nuestros escolares no tienen conocimiento de nuestra existencia y de ahí la falta de vocaciones hacia una profesión tan bella como la nuestra.

Es hora ya de abrir las ventanas y de ponernos a disposición de todos los sectores en los que somos necesarios. El Ejército necesita nuestra aportación y nuestra tecnología, los Ayuntamientos, las Escuelas, las Comunidades Autónomas, Ingenierías, Proyectistas, Ministerios, etc., etc.

Somos necesarios, queremos ser más útiles y mejor aprovechados. Debemos ser la punta de lanza de la inversión pública en infraestructuras, ya que nuestra participación es imprescindible, y que decir del desembarco en Latinoamérica, prestando nuestro apoyo a través del Gobierno, en nuevos proyectos para el desarrollo de nuestros países hermanos y etc., etc., etc. Mucho queda por hacer, estamos empezando. Se hace necesario coordinar desde los profesionales un nuevo proyecto, vivo, hacia nuestra Administración, para que asumiéndolo evolucionemos todos juntos, aunque para ello tengamos que dejar algo de cada uno en el camino. Colegios Profesionales, Ingenierías, Fabricantes y Profesionales, todos con tal de implicar al Ministerio en un proyecto de futuro, un proyecto moderno y que nos sitúe en el lugar que debemos estar, aunque para ello debamos revisar nuestra actual legislación o implicar a los Partidos Políticos y al Gobierno.

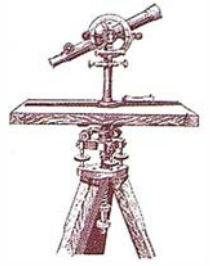
JOSÉ IGNACIO NADAL
DIRECTOR DE MAPPING



FN32

Sistema de Información Geográfica Móvil

RECURSOS TÉCNICOS MADRID, S.L.



Captura de datos en campo en tiempo real con tecnologías de hardware móvil (pen-computers, handheld computers y portátiles), con DGPS opcional: La comodidad del manejo de un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS) en el campo

FN32 es una de las soluciones en movimiento que presenta RECURSOS TÉCNICOS MADRID, S.L., distribuidores de tecnologías integradas para una eficiente recogida de datos, evaluaciones, gestión de inventarios, toma de puntos de mapas y sistemas de organización del trabajo sin necesidad de postproceso. FN32 le permite realizar todas estas actividades con mayor rapidez y precisión en el lugar donde necesitan ser realizadas: En campo.

Como consecuencia de su capacidad de integración de ficheros de información vector, raster y de atributos, campos en bases de datos, FN32 permite la verificación de dibujos o mapas en campo con el fin de aumentar la precisión al igual que la realización de modificaciones de diseños vectoriales, especialmente si se le acoplan las modalidades de lápiz de los pen-computers para las cuales FN32 está preparado.

La edición de la información tiene lugar en campo y la carga directa al sistema anfitrión puede realizarse por medio de sistemas de transmisión de datos vía GSM sin posterior traslado a la oficina, o bien cuando se llega a esta por medio de cable, infrarrojo u otros sistemas de comunicación entre pen-computers y ordenadores de mesa. En una palabra, no es necesario que los operarios de campo tengan que volver para volcar los datos. La reducción de costes asociada con

la creación, evaluación, explotación y gestión de datos in situ, es inapreciable y por tanto imprescindible.

Eliminación de costosos y repetidos esfuerzos

Por ejemplo, en el caso de un sistema de desagües deteriorado, FN32 permite cargar diagramas de desagües/tuberías y conducciones en un ordenador portátil o de campo. Así los equipos de emergencia pueden ver la información en pantalla mientras trabajan en campo y editar diagramas según se van realizando los cambios. De vuelta a las oficinas, las modificaciones en los diagramas pueden ser cargadas al sistema anfitrión de SIG, ahorrándose tiempo y dinero.

FN32 es compatible con los paquetes de SIG más corrientes aportando una potente información de principio a fin en las aplicaciones del SIG anfitrión de organismos oficiales y empresas con la gestión de objetos de todo tipo. Los cambios que se realizan en los datos en campo pueden ser cargados en el SIG anfitrión como ficheros aparte, de tal forma que se pueda revisar la información antes de añadirla a la aplicación del SIG anfitrión.

FN32 intercambia ficheros con la mayoría de los paquetes de SIG. Puede leer directamente ficheros de MicroStation y Autocad. O utilizando el traductor DXF, la información de ArcInfo (y otros formatos de SIG) puede ser fácilmente recogida en FN32.

Los atributos se pueden recoger en formatos como Oracle, Paradox, Dbase IV, Informix, y el standard ODBC con un mantenimiento de la información del SIG actual y precisa.,

ya que un SIG únicamente puede ser considerado como óptimo si sus bases de datos y ficheros gráficos están bien organizadas con exactitud y actualidad.

El módulo FN32GPS permite al operario verse situado en la pantalla de su ordenador constatando su localización cuando lleva una cartografía en UTM previamente cargada, al igual que registrar sus recorridos.

La aplicación FN32 aporta una solución dinámica, amigable y en tiempo real de trabajo informatizado en campo. Los operarios de SIG en campo necesitan que el entorno de Windows sea funcional y productivo, puesto que FN32 es muy fácil de aprender. Esto ya lo han comprobado las compañías españolas de Conservación de Parques Jardines, Limpieza Urbana, Vertidos Líquidos, Inventarios Marinos, etc., que lo han incorporado en sus Sistemas de Producción.

Datos descriptivos vinculados a objetos gráficos

La geo-codificación –o vinculación de información descriptiva a objetos gráficos- simplifica el complejo análisis espacial. FN32 permite realizar geo-codificación asignando un objeto gráfico para posteriormente adjuntar sus atributos (campos de la base de datos). Por ejemplo, los técnicos forestales pueden delimitar áreas del alcance de una plaga sobre un mapa y con rapidez introducir los valores (campos de datos) que afectan a dicha zona. La base de datos puede ser consultada con posterioridad para buscar todos los eventos de plagas, o analizar todos los casos por zona de arbolado o territorio mediante sistemas de consulta por ejemplo o ecuación.

EL PLOTTER DE SOBREMESA DEL PRÓXIMO MILENIO

CONSULTE LAS OFERTAS
HP DESIGNJET MILLENIUM



Visítenos en
Simo 99
Stand 7037B

HP DesignJet ColorPro CAD

¡Y es de Hewlett-Packard!

Hewlett-Packard ha desarrollado de nuevo el plotter A3+ de sobremesa con la última tecnología del siglo XX para los profesionales del diseño técnico. Máxima calidad para CAD/CAM/GIS a una velocidad de vértigo.

Infórmese en www.hp.es/granformato.

Promotor HP DesignJet en Ingram Micro
Enric Mas. Tel: 93 474 92 03

**INGRAM
MICRO**

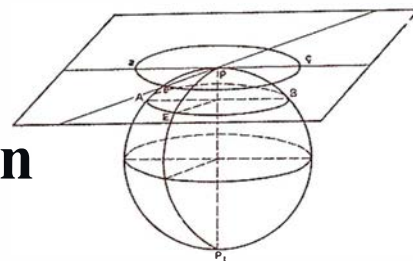
Sant Ferran, 52-68 - Polígono Almeda
08940 Cornellà de Llobregat - Barcelona
Tel.: 93 474 91 91 - 902 48 49 50 - 91 659 73 00
Fax: 93 377 37 00
<http://www.ingrammicro.es>

HP ColorPro CAD
Drivers DesignJet GL/2 y AutoCAD
44 Mb. RAM para imágenes raster complejas
Precisión de líneas de 0,07 mm
Dibujos de líneas CAD en color en 15 seg./A3 (modo borrador)
Renders color a 3 pág./min. en A4 (modo normal)
Imágenes fotográficas en sólo 4,5 min./A4 (100% color)
Cabezales no permanentes de gran capacidad de 4 colores
1 año de garantía "in situ"

El siglo XXI ya tiene plotter de sobremesa

 **HEWLETT®
PACKARD**
Expanding Possibilities

INETER finalizará en julio los levantamientos topográficos de los barrios objetos de titulación urbana



Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales.

559 barrios y aproximadamente 77,500 lotes serán catastrados durante 1999.

La titulación urbana beneficiará a miles en León, Chinandega, Managua, Masaya, Granada y Rivas.

En el presente mes de Julio se concluyen las mediciones, en los barrios objetos de Titulación Urbana y que realizan las empresas privadas contratadas por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público. El trabajo es supervisado por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) quien a su vez prepara con estos datos los mapas catastrales, que es el producto fundamental en el proyecto de Titulación Urbana.

Durante el presente año, se ha realizado el trabajo de medición en 559 barrios ubicados en los departamentos de Chinandega, León, Managua, Masaya, Granada y Rivas entre los cuales totalizan la cantidad de 77,403 lotes y/o parcelas.

Otra actividad dentro del Proyecto de Titulación Urbana que realiza INETER, es la medición del perímetro de cada barrio, actividad que ya finalizó en todo el país. El resultado es la Constancia de Ubicación Catastral y solo resta la preparación de dichos documentos en algunos barrios de Managua y en Masaya, Granada y Rivas, documento que permite determinar las cuentas registrales que afectan a cada barrio objeto de titulación urbana. Esta información es la que permite al Gobierno de Nicaragua, indemnizar a los propietarios afectados, para luego inscribir dichos barrios a nombre

del Estado y poder entregar a los beneficiarios de la Ley No. 86 los títulos de propiedad.

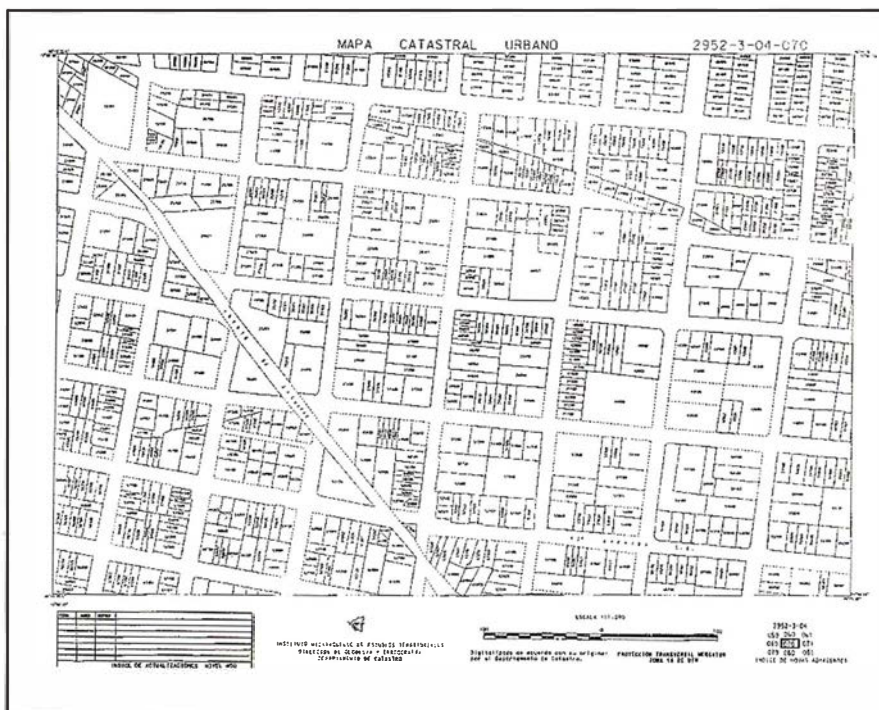
Actualmente INETER ha elaborado los mapas catastrales escala 1:1000 y emitido las Constancias de Datos Catastrales de 73 barrios del Departamento de León que totalizan la cantidad de 11,778 lotes, los cuales están en condiciones de ser legalizados.

En el Departamento de Chinandega, INETER ha elaborado los mapas catastrales escala 1:1000 de 17 barrios los que totalizan la cantidad de 2,106 lotes. En el Departamento ya INETER finalizó la emisión de la Constancia de Ubicación Catastral de los 126 barrios objetos del plan de titulación urbana. Por otro lado en el Departamento de Managua, los trabajos de medición se han realizado

en un 95% y para Septiembre próximo estará concluido la elaboración de los mapas catastrales escala 1:1000 de 176 barrios.

Para el presente mes de Julio INETER tiene planificado la elaboración de los mapas catastrales escala 1:1000 correspondiente a 67 barrios del Departamento de Masaya, paralelamente también trabaja en la emisión de la Constancia de Datos de Ubicación Catastral de dichos barrios, actividad que quedará finalizada en la próxima semana.

Según la planificación de INETER, al final del próximo mes de Septiembre, la Oficina de Titulación Urbana tendrá en su poder todos los mapas catastrales escala 1:1000 y las Constancias de Ubicación Catastral de 559 barrios medidos y catastrados en los departamentos mencionados.

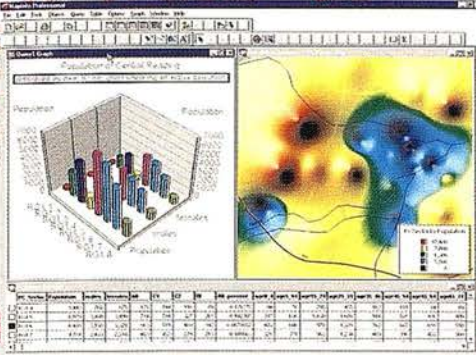


Suministrador líder en

MapInfo

THE INFORMATION DISCOVERY COMPANY*

“Business Mapping”



Productos líderes del mercado

Cualesquiera que sean sus requisitos, MapInfo encabeza el mercado con una oferta de productos para todas las necesidades de gestión de mapas y de SIG.

MapInfo Professional[®] — el software más potente y sencillo de "Business Mapping". Permite una presentación flexible y un análisis de datos superpuestos a mapas digitales.

MapInfo MapX[™] — sólido componente OCX para integrar fácilmente la gestión de mapas en aplicaciones nuevas o preexistentes.

MapInfo MapXsite[™] — la solución más completa para incorporar la función "Busque lo más cercano..." a aplicaciones corporativas del web.

MapXtreme[™] — servidor de aplicaciones de gestión de mapas, disponible en versiones NT o Java. Permite realizar análisis espacial mediante Internet o Intranet.

SpatialWare[™] — software que facilita la gestión de grandes conjuntos de datos geográficos en toda la empresa. Funciona en plataformas Oracle, Informix e IBM DB2...

Número 1 en gestión de mapas

MapInfo es el líder del mercado en herramientas para el análisis espacial de datos ("Business Mapping") y análisis de SIG. Posibilita el desarrollo de una sofisticada cartografía con fines comerciales y la visualización de datos en mapas. Gracias a un conjunto integrado de productos y soluciones a medida del cliente, MapInfo proporciona inteligencia comercial y mayor rentabilidad en sectores como las telecomunicaciones, venta al por menor, asistencia al cliente, seguros y banca, servicios básicos, análisis de mercados y administración pública...

Soluciones para un solo o para toda la empresa

MapInfo ofrece una amplia gama de productos abiertos y completamente escalables, desde un único puesto de trabajo hasta sistemas cliente/servidor, Internet/Intranet y componentes OCX. También proporciona datos cartográficos y demográficos, consultoría y soporte. Conviene destacar:

- Arquitectura abierta y escalable de productos
- Aplicaciones y componentes de Windows y tecnología Java
- Gestión de mapas a través de Internet e Intranet
- Soluciones de servidor con Oracle8i, para análisis espacial en toda la empresa

Solicite hoy más mismo información

Email: spain@mapinfo.com

Web: www.mapinfo.com

Tel: +91 418 50 83



Características del huracán MITCH y afectación al territorio nicaragüense

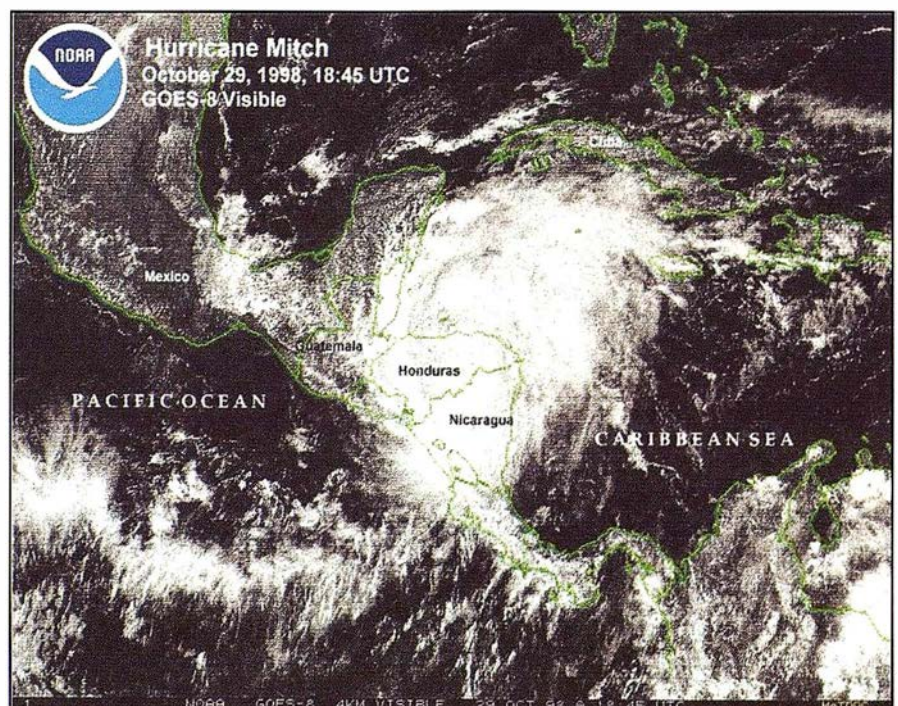
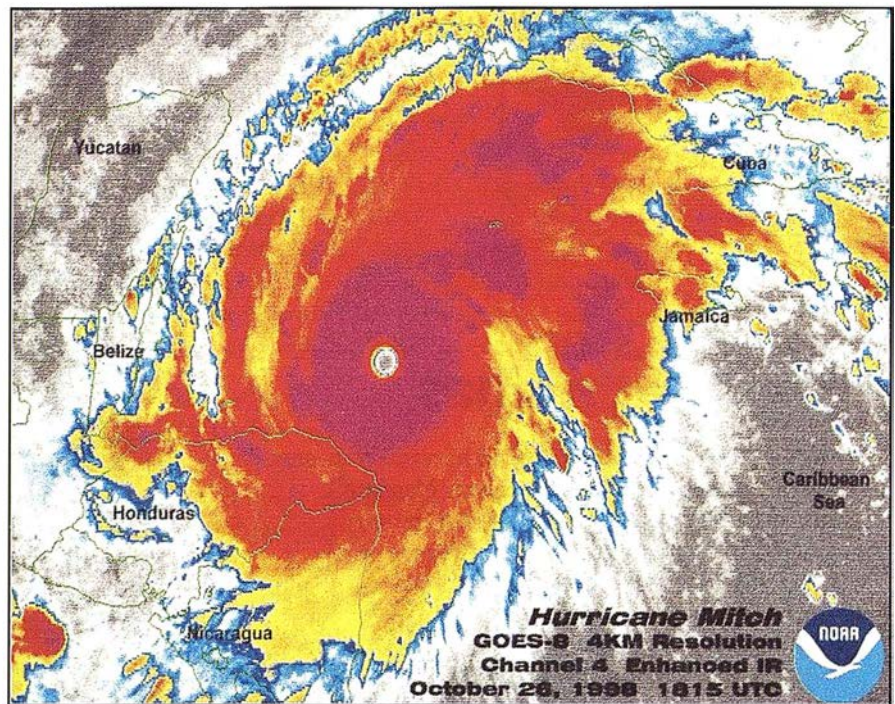


Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
Dirección de Metrología y Recursos Hídricos.

El día 22 de Octubre a las 09:30 hora local el INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES a través de la DIRECCIÓN DE METEOROLOGÍA y sobre la base del plan Institucional y de las obligaciones de vigilancia meteorológica emitió La Nota Informativa N°1 relativa al origen de la Depresión Tropical N°13, al formarse ésta en los 12.0° de Latitud Norte y 78° de Longitud Oeste, aproximadamente a unos 660Kms. al Este de la ciudad de Bluefields. Inicialmente este sistema se encontró casi estacionario y con vientos máximos sostenidos de 55Kph. y presión mínima de 1001hPa.

Este sistema evolucionó muy rápidamente y a las 16:00 hora local alcanzó la categoría de Tormenta Tropical, adoptando el nombre de **MITCH** y se localizó en los 11.5° de Latitud Norte y 77.6° de Longitud Oeste, encontrándose en ese momento a unos 704Kms. al Este/Sudeste de Bluefields, de donde el sistema inició un desplazamiento muy lento hacia el Sudeste y se incrementaron sus vientos máximos sostenidos a 90Kph. Para las 03:00, hora local del 23 de Octubre la Tormenta Tropical MITCH se localizó a los 13.0° de Latitud Norte y 77.5° de Longitud Oeste, a 785Kms. al Nordeste de Bluefields, mostrando un nuevo cambio en su trayectoria, al tomar un rumbo hacia el Norte/Noroeste a 11Kph., presentando un movimiento errático y lento en su traslación, al describir una trayectoria de lazo. Sus vientos máximos sostenidos se incrementaron a 95Kph.

El 24 de Octubre a las 03:00, hora local MITCH alcanzó la categoría de



Huracán, cuando se localizó en los 14.3° de Latitud Norte y 77.7° de Longitud Oeste, aproximadamente a 660Kms. al Este de la ciudad de Puerto Cabezas, incrementando sus vientos máximos sostenidos a 150Kph., manteniendo la última dirección (Norte/Noroeste) y su traslación disminuyó a 9Kph. Este mismo día a las 09:00, hora local el Huracán MITCH incrementó la velocidad de sus vientos máximos sostenidos a 160 Kph., (**intensidad 2 de la Escala Internacional de Huracanes Saffir-Simpson, EIH**), manteniendo un rumbo muy lento hacia el Norte. A las 03:00, hora local del día 25 de Octubre, el Huracán MITCH alcanzó la **intensidad 3** en la Escala Internacional de Huracanes, punto que se localizó en 16.0° de Latitud Norte y 79.2° de Longitud Oeste, sus vientos máximos sostenidos se incrementaron a 205Kph. y realizó en este punto un nuevo giro, hacia el Oeste/Noroeste; para esta fecha la presión mínima de su centro bajó hasta los 949hPa, esto

fue un indicador de que el Huracán tendía a fortalecer su intensidad y adoptar características peligrosas, mientras la velocidad de su desplazamiento continuó siendo lenta. Seis horas más tarde este sistema alcanzó la **intensidad de 4 de la EIH**, a 396Kms. al Noreste de Cabo Gracias a Dios, en un punto que se localizó en 16.3° de Latitud Norte con 79.8° de Longitud Oeste; sus vientos máximos sostenidos se incrementaron a 215Kph. En este momento se formó un centro de baja presión en el Pacífico nicaragüense el cual comenzó a interactuar con la Zona de Convergencia Intertropical y una componente de viento del Sudoeste, lo que proporcionó un incremento de humedad hacia el territorio y consecuentemente un aumento de las precipitaciones, tanto en densidad como en duración temporal, con mayor incidencia en el Pacífico del país (Ver tabla N°1).

Durante el día 25 de Octubre y parte del 26, el Huracán MITCH, mostró un

nuevo cambio en su traslación y giró hacia el Oeste, manteniendo una velocidad entre los 11 y 13Kph.; sus vientos máximos sostenidos continuaron, incrementándose hasta los 240Kph. a las 03:00, hora local del día 26, aproximadamente a 185Kph. al Norte/nordeste de Cabo Gracias a Dios. A las 09:00 el Huracán MITCH alcanzó la **intensidad de 5 de EIH**, en los 16.7° de Latitud Norte y 82.3° de Longitud Oeste, sus vientos máximos se incrementaron a 250kph. y la presión mínima de su centro se estimó en 923hPa. Para esta fecha el Huracán continuó interactuando con el centro de baja presión en el Pacífico de Nicaragua y el aporte de humedad, originado por la fuerte circulación de MITCH aunado con el centro de baja presión, continuó incursionando sobre todo lo largo del litoral del Pacífico, manteniendo las precipitaciones sobre el territorio, principalmente en el Occidente. Seis horas más tarde (15:00) MITCH realizó un nuevo giro en su trayectoria,

INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
INETER

PRECIPITACIONES REGISTRADAS (mm) POR EL HURACAN MITCH EN OCTUBRE 1998 DURANTE SU PERIODO DE AFECTACION

TABLA N° 1

N°	CODIGO	ESTACIONES	TIPO	ELEV.	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL	NH.D	* %	NH.M	** %
1	64018	PICACHO (CHINANDEGA)	HMP	60	14,5	39	4	18	0	44	74	310	422	485	203	1612	100	1513	328	391
2	64034	CORINTO	HMP	5	0	7	2	26	7	27	47	61	223	258	182	840	99	752	307	173
3	64043	LEON	HMP	60	2	16	16	21	23	87	71	165	280	290	144	1113	97	1053	264	321
4	69027	MANAGUA	HMP	56	51,9	55	48	5	15	35	14	100	96	91	35	545	60	811	196	178
5	69049	MASATEPE	AG	450	5,4	51	4	19	16	64	39	133	133	125	75	663	76	774	233	184
6	69033	NANDAIME	AG	95	13,8	16	4	14	13	60	25	37	64	114	32	391	91	331	289	35
7	69070	RIVAS	HMP	70	3,2	31	15	75	94	79	33	56	57	43	10	495	70	603	256	93
8	45017	OCOTAL	HMP	612	4,23	9	19	0	2	7	25	47	31	352	69	565	38	1406	139	306
9	45050	CONDEGA	AG	560	14,3	11	18	7	2	10	34	106	29	167	48	446	31	1342	115	288
10	55020	JINOTEGA	HMP	1032	6,4	8	8	15	2	12	60	183	301	136	42	773	53	1364	186	317
11	69029	SAN ISIDRO B.	AG	480	0,9	11	16	8	1	4	41	104	377	220	4	785	27	2796	128	516
12	55027	MUY MUY	HMP	320	0,2	53	15	10	0	0	28	71	113	92	10	392	54	630	184	113
13	69034	JUIGALPA	HMP	90	0	35	57	16	12	10	11	56	123	63	0	383	52	640	198	93
14	69090	SAN CARLOS	HMP	40	7,9	28	0	0	1	3	6	14	2	25	2	90	97	-7	255	-65
15	47002	PUERTO CABEZAS	HMP	20	0	0	7	2	3	0	7	9	159	68	18	272	108	152	340	-20
16	61006	BLUEFIELDS	HMP	5	0	14	2	15	0	0	0	3	1	8	3	46	165	-72	426	-89

NH.D NORMA HISTORICA DECECNAL

NH.M NORMA HISTORICA DEL MES DE OCTUBRE

* ANOMALIA EN % EN RELACION A NH DECECNAL

** ANOMALIA EN % EN RELACION A NH DEL MES DE OCTUBRE

se desplazó hacia el Oeste Noroeste e incrementó sus vientos máximos a 285Kph. y su presión disminuyó a 906hPa.

Con la última intensidad de sus vientos, una velocidad de traslación que no superó los 13Kph. y un nuevo giro en su trayectoria hacia el Oeste, el Huracán MITCH continuó sobre el Norte de la República de Honduras; incrementando la componente del Sudoeste sobre nuestro territorio y las precipitaciones, a partir del día 27, comenzaron a incrementarse en el Occidente del país.

El día 27, a las 15:00 hora local, se observó un nuevo giro, esta vez hacia el Oeste Sudoeste, disminuyendo substancialmente la velocidad de traslación (9Kph.), en un punto aproximado a los 16.8° de Latitud Norte y 85.8° de Longitud Oeste, muy próximo a la costa Norte de Honduras, a pesar de que la velocidad de sus vientos máximos en este punto disminuyeron, continuó siendo un huracán con características peligrosas.

A partir del último punto referido, el Huracán MITCH comenzó a perder intensidad, producto a su proximidad a la Costa Norte de Honduras; disminuyó la velocidad de traslación, manteniéndose casi estacionario entre las 21:00, hora local del día 28 y las 18:00, hora local del día 29. En este período el Huracán MITCH se internó en tierra, llegando a ubicarse aproximadamente a 50Kms. al Sur/Sudoeste de Ciudad Trujillo, Honduras. En un punto próximo a los 15.5° de Latitud Norte y 85.8° de Longitud Oeste, el Huracán MITCH es degradado a Tormenta Tropical. El lento desplazamiento del sistema fue originado por encontrarse, con un fuerte anticiclón que se localizó en las áreas continentales de los Estados Unidos, el cual impidió un posible desplazamiento hacia las aguas del Golfo de México.

No obstante, tanto por la trayectoria mostrada, como por la intensidad y

el lento desplazamiento mostrado por el sistema, los efectos indirectos ocasionados por las bandas nubosas asociadas al Huracán originaron vientos de componentes de Sudoeste al Noreste, los cuales estuvieron provocando un fortísimo aporte de humedad, proveniente de las aguas del Pacífico hacia nuestro territorio; el aporte se incrementó desde el día 28, provocando un aumento en la intensidad de las lluvias en todo el país, particularmente al Occidente (Ver Tabla N°1).

A partir del día 30, el Huracán MITCH continuó perdiendo intensidad, por la fricción ejercida al internarse en tierra y al perder la fuente de energía del mar, localizándose este día, a las 03:00 hora local, en los 15.4° de Latitud Norte y 86.1° de Longitud Oeste; sus vientos máximos sostenidos disminuyeron a 65Kph., mientras se desplazó hacia el Oeste/Sudoeste muy lentamente, siendo degradado a Depresión Tropical el día 31, a las 12:00, hora local, cuando se localizó a los 14.4° de Latitud Norte con 89.3° de Longitud Oeste, y continuó su debilitamiento con rumbo hacia territorio de Guatemala.

Para el día 1 de Noviembre, a las 15:00, hora local, se encontró pobremente definido en un punto próximo a los 15.0° de Latitud Norte con 92.3 de Longitud Oeste, con vientos máximos sostenidos de 45Kph. y una velocidad hacia el Oeste de 13Kph. En este momento se emitió el último Aviso, N°40.

VALORES DIARIOS Y ACUMULADOS DE PRECIPITACIÓN DURANTE LA AFECTACIÓN DEL HURACÁN MITCH

En las siguientes páginas se presentan las tablas con los valores diarios y acumulados de precipitación; observados durante la afectación del Huracán MITCH en las

estaciones Hidrometeorológicas Principales (HMP) de INETER, así como los gráficos correspondientes.

También se presenta un mapa preliminar de Isoyetas de los valores acumulados de precipitación durante la incidencia del Huracán MITCH, con base en las mismas estaciones de INETER, antes mencionadas.

Igualmente se presenta un mapa trayectoria de MITCH en su paso por el territorio de Centro América.

REPERCUSIONES DEL HURACÁN MITCH

El desplazamiento bastante errático que desde un inicio mostró en su desplazamiento el Huracán MITCH, debido a la intensidad que alcanzó (Escala 5 de la EIH) y sumado a una velocidad de traslación muy lenta sobre las costas Norte de Honduras, indujo una componente de viento constante y fuerte proveniente del Océano Pacífico hacia el interior del territorio nacional; lo que produjo precipitaciones intensas y continuas sobre nuestro territorio, particularmente en el Pacífico, Regiones Centrales y Norte del país.

Por las características del drenaje prevalecientes sobre el Pacífico y zonas cercanas a regiones altas, los tipos de cobertura vegetal y sumada la fuerte deforestación en zonas de altas pendientes, se produjeron grandes inundaciones, suelos fuertemente erosionados, deslizamientos de tierra, destrucción de las terracerías de carreteras y caminos y consecuentemente, daños en cultivos y diferentes tipos de infraestructura.

La situación descrita no ha sido todavía debidamente evaluada, por causa de la misma destrucción ocurrida en las vías terrestres, lo cual aún impide el acceso a las áreas más afectadas.



La serie GPT-1000 de Topcon es una estación total topográfica capaz de medir sin prisma y de largo alcance con prisma, utilizando la más avanzada tecnología de pulsos laser. Con esta capacidad dual de medición, la serie GPT-1000 de Topcon es la herramienta ideal para un amplio rango de actividades topográficas, desde explotaciones mineras a cielo abierto, grandes alturas en edificación y control de levantamientos topográficos de detalle.

¡MEDICIÓN DE DISTANCIAS SIN PRISMA!

ESTACIÓN TOTAL SIN PRISMA

GPT-1000 SERIES

- Sin prisma: Hasta 100 m.
- Con un solo prisma: Hasta 4.000 m.
- Diodo de pulsos laser incorporado para mediciones más rápidas.
- Resistente al agua



DIVISION TOPOGRAFIA

Central:
Frederic Mompou 5 - Ed. Euro 3
08960 SANT JUST DESVERN/BARCELONA
Tel.: 93 473 40 57 Fax: 93 473 39 32

Zona Centro:
Av. Ciudad de Barcelona 81, 1.ª pl.
28007 MADRID
Tel. 91 552 41 60 Fax 91 552 41 61

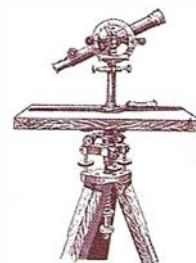
Zona Norte:
Urtzaile, 1 Bajo - Ed. Aurrera
20600 EIBAR (GUIPUZCOA)
Tel./Fax: 943 120 300

Zona Levante:
Avda. Guardia Civil, 30
46020 Valencia
Tel./Fax: 963 62 13 25

Begin 21
Beginning the 21st century.

E-mail: topcontp@bcn.servicom.es

El Sistema de Posicionamiento Global en la Gestión del Medio Natural. Servicio público de acceso a Antena Base de GPS en Murcia



Inmaculada Ramírez Santigosa¹. Mariano Vicente Albaladejo².
José Luis Linares Hernández³. Rafael Miguel García Sánchez⁴.

¹ Bióloga, Técnica de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua.

² Geógrafo, Técnico de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua.

³ Ingeniero Técnico Agrícola, Técnico de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua.

⁴ Ingeniero Agrónomo, Técnico de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua.

Antecedentes

El uso de tecnología GPS (Sistema de Posicionamiento Global) es una de las líneas básicas del Sistema de Información Geográfica y Ambiental (SIGA) que se está poniendo en marcha desde la Dirección General del Medio Natural (DGMN) en la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Región de Murcia, con la finalidad de permitir levantamientos propios de información georreferenciada, y asistir a labores que requieren de una cierta precisión en cuanto a la localización espacial.

La generalización del uso de estas herramientas en los trabajos de planificación y gestión del medio natural, se inició en 1995 con la adquisición de varios equipos móviles y la instalación de una Estación Base (Antena de Referencia) en un edificio que la Consejería tiene en la ciudad de Murcia, necesaria para obtener los ficheros que sirven al proceso de "Corrección Diferencial", y que permiten que los datos tomados en campo obtengan precisiones por debajo de 1 m. De lo contrario el error en la toma de datos podría llegar a ser superior a los 100 m.

Esta Estación estaba conectada a un módem convencional que permitía a los pocos usuarios iniciales de GPS de la DGMN, y dos o tres externos que se habían interesado (por ejemplo la Dirección General de Minas, Universidad de Murcia y el Servicio de Montes de Castilla La Mancha) conectarse vía telefónica y obtener esos ficheros. Este acceso era muy lento, limitado en ocasiones por los proble-

mas de las líneas telefónicas, y por no ser posible más de un enlace de manera simultánea.

Después de tres años de explotación de este sistema, y demostradas sus importantes aplicaciones en los trabajos de esta Dirección General, se detectaron ciertas carencias para su adecuada explotación, derivadas de los grandes avances que en esos años había registrado la tecnología, y que no podían ser aprovechadas suficientemente. Por ello, a finales de 1.998, se contrató la actualización de todo el sistema GPS, lo que conllevó las siguientes mejoras:

1. Cambio de la antena por otra de más capacidad (Capacidad para trabajar en L1/L2)
2. Cambio del receptor GPS anexo a la antena, que pasó de ser un receptor de *Código* con 12 canales a ser un receptor de *Código y Fase* con 18 canales de última tecnología (la misma que tiene el Instituto Geográfico Nacional o el Instituto Cartográfico de Cataluña).
3. Sustitución del antiguo software de control de la antena y el PC que almacenaba los ficheros por un nuevo ordenador (en realidad un PC equiparable a los equipos ofimáticos que se están instalando en cualquier puesto de trabajo) y un nuevo software de control más potente.
4. El nuevo sistema base no sólo genera ficheros de corrección con información de *código*, sino que pro-

porciona además lecturas de *fase* (para los equipos sofisticados) y genera ficheros de intercambio RINEX para que cualquier usuario de GPS diferencial, independientemente de la marca de su receptor, pueda acceder a los datos.

5. El acceso a los ficheros es ahora transparente pues automáticamente se copian vía red en un servidor del SIGA, y desde ahí es accesible por todos los usuarios autorizados vía Internet, a través de una página WEB creada a tal fin, que se puede consultar en la dirección www.carm.es
6. Además de esta remodelación total del equipo base se adquirió un equipo móvil de altas prestaciones (Pathfinder pro XR-S) que permite la corrección de los datos en *tiempo real* por satélite (mediante la suscripción anual a RACAL) para replanteos de precisión.

En definitiva, el desarrollo de este sistema ha estado justificado por las necesidades propias derivadas del uso interno de la Dirección General, para mejorar la precisión de los levantamientos cartográficos y agilizar el proceso de acceso y corrección de los ficheros base. Pero al mismo tiempo se ha pretendido aprovechar el esfuerzo y la inversión, con el fin de proporcionar un servicio público a profesionales que trabajan en la Región y que en ocasiones no estaban utilizando las posibilidades de la tecnología DGPS (GPS con corrección diferencial), por tener

que obtener los ficheros para la corrección de otras estaciones situadas en puntos muy alejados (por ejemplo de manera gratuita a través de las páginas Web del Instituto Cartográfico de Cataluña, la Escuela Politécnica Superior de Lugo y la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Topográfica de Madrid) lo que supone una pérdida muy importante en precisión.



La configuración inicial del software de la Estación Base (Antena) permitía el acceso a los datos a los usuarios de la DGMN vía red corporativa de la Consejería, pero no a otros usuarios de la Administración Regional o externos a ella.

Por ello, dentro de la contratación de toda la adaptación del Sistema GPS de la Dirección General, como se ha indicado en el apartado anterior, se incluyó la programación en HTML (Lenguaje de Macros de HiperTexto) y ASP (Servidor Activo de Páginas) para permitir el acceso a estos ficheros, con una interfase de usuario amigable a cualquier usuario de RICA (Red Interna de la Comunidad Autónoma).

Otro aspecto importante que se valoró era el de que existieran otras antenas con prestaciones similares en el territorio nacional, con grupos de discusión y listas de correo en las que distintos usuarios de los ámbitos profesionales, administrativos y de investigación intercambian información y experiencias sobre el uso del GPS y otras tecnologías relacionadas. Tener esta página Web permitía a la Dirección General participar de estos foros y aumentar el prestigio de la Comunidad Autónoma en sectores especializados como éste.



La programación antes referida incorpora a una base de datos no sólo la información de los usuarios autorizados (internos de la Comunidad Autó-

noma, o externos) sino también la relativa a sus conexiones y a los ficheros capturados en cada momento, con lo que se puede realizar un seguimiento detallado de la actividad y los servicios ofrecidos así como de su evolución temporal.

Para ello se ha elaborado una aplicación de gestión que permite el mantenimiento de usuarios, el envío automático de correos electrónicos y la consulta de la actividad de la Antena, así como alguno de sus parámetros de funcionamiento. Si bien esto supuso un modesto coste económico, representa un importante ahorro porque simplifica notablemente toda la gestión de los accesos externos a la Antena, que queda reducida a la introducción de los datos del usuario que pide el alta en el Servicio por fax o a través del Registro General, y la impresión automática de los documentos de autorización con todos sus datos. Una vez está firmada esta autorización por el Director General, se envía un correo electrónico al interesado comunicándole su alta en el Servicio, así como su código de acceso a través de Internet. Todo este proceso supone menos de una hora semanal de trabajo administrativo.

El otro coste a valorar es el de los recursos informáticos necesarios para este servicio público. En realidad no supone aumento alguno para la Administración, pues son los usuarios los que pagan a su proveedor de Internet (Telefónica u otros) por las conexiones que establecen con nuestro sistema. El almacenamiento de los ficheros en el servidor (unos 500 Mb) y de los históricos en CD ROM (un CD cada dos meses) representan un coste "ínfimo" que no se incrementa por ofrecerse a usuarios externos.

La capacidad de usuarios conectados de todo el mundo, incluso simultáneamente, es lógicamente ilimitada.

La puesta en marcha de este servicio que se ofrece al público supone un valor añadido al proyecto, ya que proporciona ventajas a cualquier profesio-

nal autorizado que trabaje en el territorio de la Región de Murcia o en Comunidades limítrofes. Con la recuperación de los ficheros capturados por la Antena podrán conseguir que sus trabajos topográficos y cartográficos aumenten en precisión respecto a los servicios de antena vigentes hasta ahora (públicas, o de uso privado). Se entiende que ello redundará en la calidad de los trabajos que se realizan en nuestra Comunidad e indirectamente, al abaratar los costes de corrección de estas empresas, en la mayor competitividad de los trabajos que realizan.

A estos argumentos hay que añadir los recogidos en el *Libro Verde sobre la Información del Sector Público en la Sociedad de la Información* presentado por la Comisión Europea (COM (98) 585 final), en relación con el efecto potencial del "gobierno electrónico" (aprovechamiento del enorme potencial de las tecnologías de la información desde el sector público) sobre el mercado de la información. "Si aplican las nuevas tecnologías y conceptos innovadores, las administraciones públicas a todos los niveles podrán desempeñar un papel predominante en la sociedad de la información". Por otro lado en el informe sobre las oportunidades de empleo en la sociedad de la información (COM (1998) 590 final), se destaca que el ejemplo de las Administraciones como cliente de vanguardia persuadirá a los ciudadanos y a las empresas para que adopten las nuevas tecnologías e instará a las industrias a examinar nuevos caminos.

La prueba del interés social que ha despertado la iniciativa de la Consejería de poner en marcha un "Servicio Público de Acceso a la Antena GPS de Murcia" a través de Internet, se puso de manifiesto durante el desarrollo de las Jornadas Técnicas sobre Sistemas GPS (4 y 5 de mayo) a las que asistieron unos 200 profesionales, tanto de la Administración, como de ámbito privado. En dichas Jornadas se expuso de forma pormenorizada tanto el manejo del nuevo acceso a la Antena GPS de Murcia como una descripción detallada de trabajos reales en los que se han aplicado las posibilidades que tienen estas nuevas tecnologías en topografía, cartografía o gestión del Medio Natural.

Bentley anuncia su nuevo producto para Diseño de Estructuras

Structural para MicroStation Triforma aporta Efectividad a cualquier participante de un Equipo de proyecto.

Bentley Systems Ibérica, acaba de anunciar un nuevo producto de diseño de estructuras. Structural para MicroStation® Triforma®. Trabajando dentro de un modelo de construcción único, ingenieros y diseñadores de estructuras pueden diseñar en 3D, crear dibujos de estructuras precisos, aplicar hormigón armado directamente sobre el dibujo y generar informes cuantitativos. Además pueden analizar y diseñar cada elemento de la estructura.

El diseño de estructuras es parte integrante de casi todos los proyectos de ingeniería y construcción, por lo que los ingenieros de estructuras y sus conocimientos tienen que ser incorporados al proceso de diseño. El concepto de un modelo de construcción único permite a todos los miembros de un equipo de proyecto trabajar desde el mismo mo-

delo único. Utilizando este nuevo producto, las tareas de diseño y cálculo de estructuras se pueden realizar desde el modelo de proyecto único, lo que permite que los ingenieros realicen la gestión de flujos de trabajo y generación de informes con la misma eficacia en tiempo que los equipos de diseño de otras disciplinas. Además, las revisiones de modelos en 3D pueden ser realizadas utilizando Enterprise Navigator (TM).

Para asegurar una continuidad con el equipo de proyecto, el modelo de estructura puede ser contrastado con las otras disciplinas de construcción o diseño de plantas utilizando el Interface Manager (TM) de Bentley, de este modo se reducen las órdenes de cambio durante la etapa de diseño. Utilizando Structural para MicroStation Triforma con el Schedule Simulatos (TM) de Bentley, los usuarios pueden visualizar el proceso de construcción en varias etapas del proyecto. "Structural para MicroStation Triforma confirma que Bentley entiende la necesidad que tiene la comunidad AEC de contar con un

conjunto de herramientas completo para diseño arquitectónico orientado a objetos". declara Kristine K. Fallon, presidenta de Kristine Fallon Associates, Inc. Kristine continúa diciendo, "Este entorno único permite al miembro del equipo de proyecto de estructuras obtener el concepto del diseño y después generar un modelo analítico directamente desde su modelo físico. El Software de ingeniería necesita moverse en esta dirección".

"Este nuevo producto, ayuda a los ingenieros de estructuras a aumentar la productividad en la creación y análisis de nuevos proyectos", afirma Brad Workman, AIA, vicepresidente de gestión de proyectos del grupo de negocios ModelEngineering de Bentley. "En lugar de un modelo de ingeniería tradicional que puede crear variaciones incoherentes, el arquitecto y/o ingeniero de proyecto puede pasar, al ingeniero de estructuras, el modelo de construcción o planta sin que se pierda información y sin que esta información sea mal interpretada".



En el dinámico mundo de la topografía usted nunca sabe el próximo trabajo con el que se enfrentará. Ahora, con la nueva Estación Total GPS 4700 de Trimble usted estará preparado para cualquier empresa que desee realizar.

Este novedoso sistema topográfico cinemático en tiempo real le ayudará a trabajar como nunca hasta ahora, de manera más rápida y más precisa: desde topografía de control de alta precisión hasta rápidos replanteos en el área de la construcción

Con un peso de 1.2 kg, y totalmente sellado dentro de caja a prueba de agua, este equipo es sumamente pequeño. usted apenas notará que lo está transportando. El receptor de radio integrado forma parte de un sistema modular que le permite interconectarlo con una amplia variedad de antenas y otros instrumentos, lo cual le ofrece una flexibilidad de configuración.

Mapinfo anuncia la versión 1.5 de deciBel Planner

Mapinfo Corporation (NASDAQ/NM:MAPS) y Northwood Geoscience Ltd. Anunciaron la nueva versión 1.5 de deciBel Planner, una innovadora herramienta de planificación de red RF. Entre las nuevas características se incluyen mayores posibilidades para redes basadas en teléfonos celulares/PCS y un soporte mejorado para las nuevas tecnologías emergentes de banda ancha.

"El compromiso de Mapinfo con la industria de las telecomunicaciones continúa siendo prioritario", afirmó Mark Gunn, vicepresidente de marketing de Mapinfo. "Hemos unido nuestras fuerzas con Northwood para combinar recursos y ampliar el acceso a deciBel Planner". Juntos seguiremos ofreciendo la más avanzada tecnología que exigen nuestros clientes en esta industria tan dinámica".

Decibel Planner, la primera herramienta completa de planificación de redes y modelización de propagación RF basa-

da en SIG, ofrece la integración del análisis espacial y la propagación RF para ayudar a las compañías operadoras de telefonía móvil, comunicadores y servicios de localización a construir y optimizar la cobertura de la red, tanto en las centrales como en transmisiones de campo. Con deciBel Planner, los ingenieros pueden comparar analíticamente los resultados de propagación RF con los ensayos de campo, seleccionar emplazamientos para las torres de transmisión, y distribuir la información, mediante Mapinfo Professional, por toda la organización, desde el departamento de ingeniería hasta los departamentos de marketing y de servicio de atención al cliente.

Mapinfo lanza MapXtreme Java Edition 2.0 la primera solución de análisis espacial en la WWW que es 100% Java

Mapinfo, líder en soluciones informáticas, software y datos para ver y analizar geográficamente información comercial, ha anunciado el lanzamiento de MapXtreme Java Edition 2.0, el relevo generacional de su servidor de

Internet de creación de mapas y es Java al 100%. Respondiendo a una generalizada demanda para el despliegue de información espacial en la Web, MapXtreme Java Edition ofrece la primera solución multiplataforma de la industria. Con nuevas mejoras, entre las que se cuenta un JavaBean del cliente, gracias al cual se pueden crear más rápida y fácilmente aplicaciones Internet espaciales, tomar decisiones con un mayor grado de información y diseñar páginas Web de comercio electrónico centrados en el cliente. "Mapinfo sigue centrado en facilitar la primera tecnología multiplataforma del Internet para el despliegue de información espacial en la Web", comentó Richard Rollins, director de productos para Mapinfo Europa. "MapXtreme ofrece a los usuarios la función esencial de compartir información espacial, e interactuar con la misma, a todos los niveles a lo largo y ancho de una organización. Esta solución informática en Internet proporciona la capacidad para tomar decisiones con un mayor nivel de información allá donde se encuentre el usuario".




El sistema es igual de versátil al volver a la oficina ya que comparte los datos con sus softwares de ingeniería, diseño o cartografía. La receptor GPS 4700 es completamente compatible con todos los receptores, opciones y accesorios de las Estaciones Totales GPS de Trimble.

Visítenos y podrá comprobar su alta versatilidad.



Combine el sistema 4700 con nuestro sistema 4800 "SIN CABLES" y usted obtendrá la familia de instrumentos más flexible del mercado.



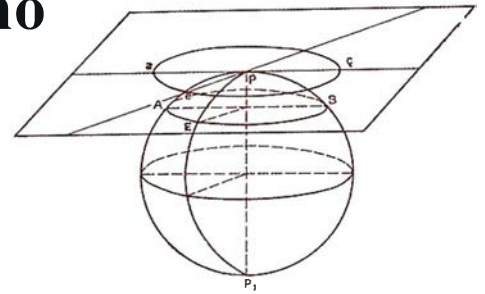
Distribuidor en España  Trimble Santiago & Cintra Ibérica, S.A.
C/ José Echegaray, nº4, P.A.E. Casablanca-B5
28100 Alcobendas (Madrid) (ESPAÑA)
Tel.: 902 12 08 70. Fax: 902 12 08 71

E-mail: scintra@mad.servicom.es



Generalización del casco urbano de la ciudad de Jaén mediante morfología matemática

Ureña Cámara, M. A.; Ariza López, F. J.
Grupo de Investigación en Ingeniería Cartográfica.
Universidad de Jaén. Escuela Politécnica Superior.



Introducción

Hoy en día, uno de los valores más importante en la sociedad es el tiempo, por lo que todos los mecanismos de producción tienden a reducirlo junto con otros factores como la mano de obra o las materias primas. La Cartografía no es ajena a este hecho, los mecanismos de producción se han recortado y acelerado con la incorporación de los sistemas digitales. Por este motivo, la Generalización en entornos digitales es un ámbito de la investigación en producción cartográfica que ha tenido un gran auge en los últimos años. Dentro de la Generalización digital la parcela que mayor desarrollo ha tenido ha sido la centrada en los elementos lineales, y siempre bajo perspectivas aisladas, es decir, de generalización de un conjunto de elementos sin preocupación de las repercusiones sobre otros elementos de la base de datos. Las decisiones sobre las posibles repercusiones se dejan en manos del operario que debe controlar el proceso y armonizar el resultado final desde los puntos de vista estéticos, topológicos, geométrico y semántico.

Los cascos urbanos son unos elementos fundamentales en la cartografía topográfica y presentan un mayor grado de complejidad que los elementos lineales. La investigación relativa a los mismos es más difícil dado que requiere tener en consideración las posibles interacciones entre los elementos que los conforman (manzanas, edificios, calles, avenidas, etc.).

Los mayores esfuerzos en este ámbito se han desarrollado bajo perspectivas de datos y algoritmos vectoriales

que incluyen una serie de decisiones basadas en las relaciones topológicas y geométricas. Estos procesos no se muestran totalmente efectivos tanto por sus resultados como por las necesidades de cálculo.

En este artículo se presentan los primeros resultados de una nueva línea de investigación básica en generalización de cascos urbanos que supone plantear el problema desde una perspectiva totalmente distinta a la tradicional y que consiste en el desarrollo del proceso en un modelo ráster y el desarrollo de la generalización mediante técnicas de morfología matemática.

Definición de Generalización

Existen muchas definiciones acerca de que es la generalización, pero en todas ellas aparecen una serie de procesos comunes (McMaster y otros, 1992, tras Morrison):

1. Selección de una serie de elementos de mayor relevancia. (Clasificación).
2. Eliminación de los elementos menos relevantes (Simplificación).
3. Unión de elementos de menor relevancia y cambio en los mecanismos de representación de esos elementos (Simbolización).
4. Inducción de conocimientos del cartógrafo sobre el mapa final.

Otro aspecto relevante y siempre comentado es el hecho de que en la generalización se requiere que la persona encargada de la misma, además de poseer una mentalidad espacial y de síntesis desarrollada, tenga un amplio

conocimiento de la zona con el fin de que la clasificación de elementos en mayor o menor importancia tenga una cierta lógica con el terreno para que el mapa no pierda significación sino que gane en claridad.

Por todo lo apuntado, el problema de la generalización ha sido ampliamente tratado por los investigadores durante este siglo y con especial trascendencia durante el último cuarto del mismo, en el que debido fundamentalmente al cambio de mentalidad de la cartografía y su adecuación a los mecanismos digitales han aparecido nuevos problemas, siendo necesarias nuevas definiciones, nuevos modelos y mecanismos de generalización (McMaster y otros, 1992). De esta manera han aparecido una gran cantidad de modelos conceptuales sobre la generalización que trataban de racionalizar y organizar los mecanismos empleados, encontrándonos con modelos simples como el de Robinson o mucho más complejos como el modelo conceptual comprensivo propuesto por McMaster y Shea (1992).

A pesar de todo, siempre se llega al mismo problema, al hecho de que se trabaja con un conjunto de datos geométricos que el sistema informático no puede "verlos" de forma global, sino que se dedica a la aplicación de operaciones simples sobre los objetos (desplazamientos, reducción de vértices, simplificación de la forma del polígono), es decir, usando un símil con la representación en bases de datos el algoritmo de simplificación aplicado trabajaría a nivel físico (sería como el sistema de archivos) mientras que el modelo de generalización empleado trabaja a nivel conceptual (sería

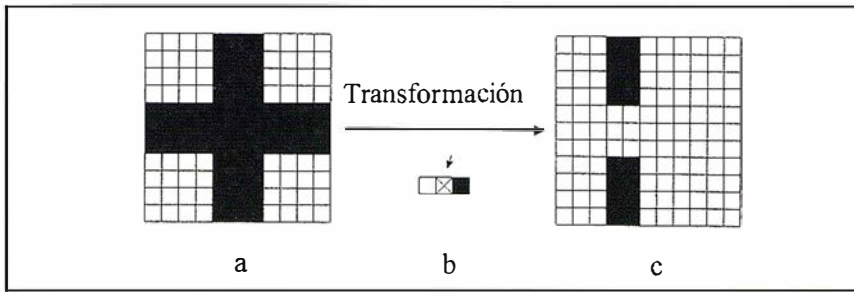


Figura 1. Transformación aplicada del elemento estructural (kernel). El elemento tiene un píxel blanco que indica que debe pertenecer al fondo, uno con cruz que no indica condición y uno negro que debe pertenecer a la figura. La flecha indica el punto de aplicación.

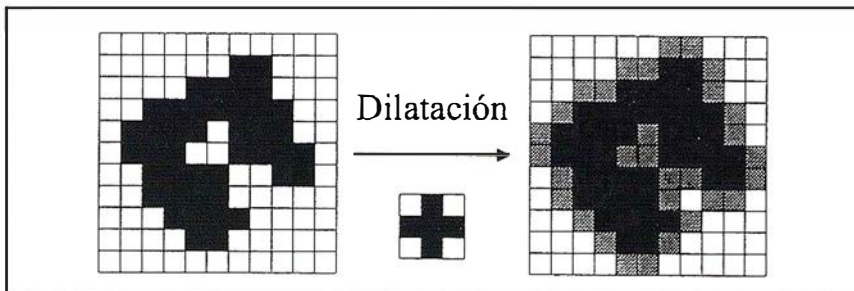


Figura 2. Dilatación de una imagen. Los píxeles grises representan las celdas que han pasado a formar parte del objeto.

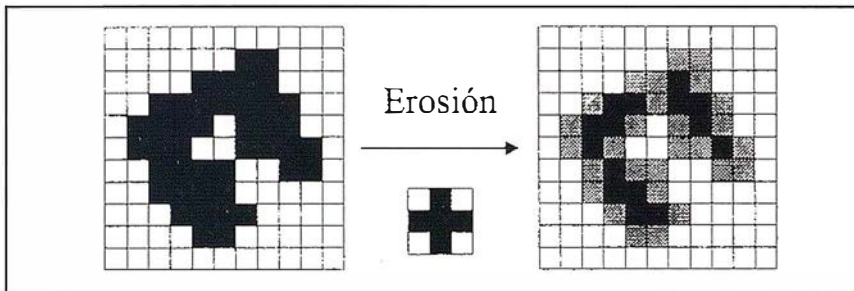


Figura 3. Erosión de una imagen. Los píxeles grises representan los elementos que han pasado de figura a fondo.

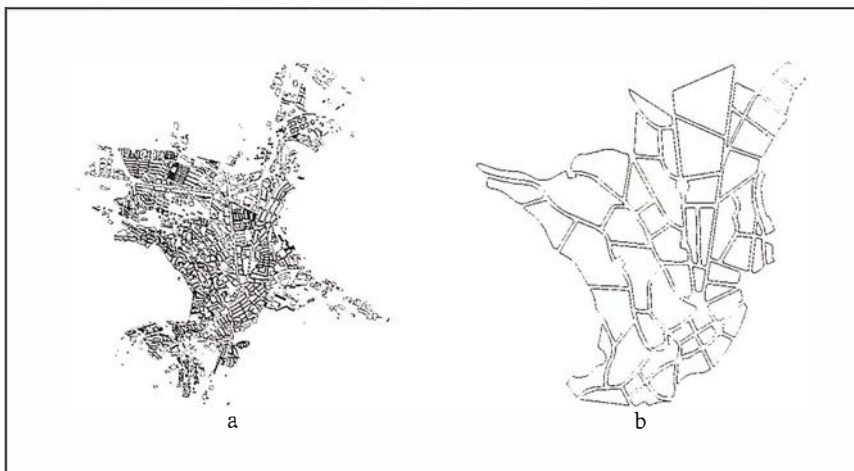


Figura 4. Cascos urbanos empleados, a) casco urbano original a escala 1/25.000, b) casco urbano generalizado manualmente a escala 1/50.000. (no están a escala).

la definición que hace el informático que diseña la base de datos), por lo que faltaría una interconexión entre ambos esquemas. El problema no estará resuelto hasta el momento en el que exista esa conexión intermedia (un modelo lógico que enlace las operaciones básicas con los modelos conceptuales) o el ordenador sea capaz de asimilar un modelo conceptual.

En cualquier caso, en la actualidad se están empleando un mecanismo de abajo a arriba, es decir, inicialmente se desarrollan metodologías para la generalización independiente de cada uno de los elementos que nos podemos encontrar en un mapa (líneas, puntos, superficies y toponimia), y dentro de cada elemento mecanismos más específicos para los diferentes tipos de líneas, de puntos o superficies, etc., para que cuando dichos mecanismos sean operativos se busquen otros que permitan unificar los resultados obtenidos por todos ellos en un mismo mapa.

Existen algunos algoritmos de generalización de cascos urbanos basados en metodología vectorial como el propuesto por Mackaness (Mackaness, 1995) para la clasificación de las entidades geográficas urbanas o el de Jones y otros (Jones y otros 1995) que describe técnicas de transformación espacial basadas en mallas de triángulos para la obtención de operaciones de simplificación, poligonización, desplazamiento, etc. Sin embargo, las técnicas vectoriales para la generalización de cascos urbanos no han tenido el desarrollo esperado. Es por esta razón que se piense en trabajar en el otro posible enfoque de representación de los datos, la representación raster.

Dentro de la representación raster existen muchos métodos para gestionar y manejar la información. Con la transformada de Fourier y las Wavelet se pueden eliminar ciertas partes de la imagen o unificar bloques, operaciones básicas en la generalización

digital, también se pueden emplear filtros que permitan la detección de bordes o el suavizado de la imagen, etc. En nuestro caso se optó por la morfología matemática dado que operaciones como desplazamientos, eliminaciones, cierres de polígonos, etc. se obtienen de forma directa mediante el uso de esta herramienta.

La morfología matemática es una ciencia que se encarga del estudio de la figuras, formas y estructuras basada en la teoría de conjuntos (Su y otros, 1997b), fue desarrollada por Matheron y Serra durante la década de los sesenta, y su base no es más que la traslación de un núcleo o kernel preestablecido sobre toda la imagen empleando una de las operaciones definidas dentro de la teoría de conjuntos. La Figura 1 presenta un ejemplo elemental que puede ilustrar esto.

Se parte de una imagen, Figura 1.a, y un kernel, Figura 1.b, para dar la Figura 1.c. El proceso es el siguiente: el kernel se sitúa en el primer pixel o celda de la esquina superior izquierda, usando como punto de aplicación el indicado por la flecha, se comprueba si la región ocupada por el núcleo cumple lo que en él se especifica, en este caso que el pixel izquierdo sea de fondo, el central fondo o figura y el derecho de figura. Si se cumple, el punto de aplicación pasa a ser figura (negro) en la imagen de salida y en caso contrario fondo (blanco). Como se puede observar la teoría de conjuntos así expuesta sólo puede emplearse con imágenes binarias.

La transformación antes empleada es una de las operaciones básicas definidas en la morfología matemática. Las operaciones básicas son dos y se expresan como:

- Dilatación: $A \oplus B = \{a + b : a \in A, b \in B\} = \cup_{b \in B} A_b$. Esta operación provoca un incremento de la zona ocupada por figura en la imagen, y consiste en que cualquier pixel del elemento estructurante ocupado por figura en la imagen original y marcado como tal en el kernel se active como figura (Figura 2).

- Erosión: $A \ominus B = \{a : a + b \in A, b \in B\} = \cap_{b \in B} A_b$. La erosión es la operación dual de la dilatación. En este caso el paso del elemento estructurante reduce el número de pixeles figura, ya que es necesario que dicho elemento aparezca completamente representado en la imagen que vamos a tratar (Figura 3).

Estas dos operaciones básicas dan lugar a otro conjunto mucho mayor de operaciones como son la apertura, el cerramiento, la operación de prueba y fallo, etc. (Serra, 1982).



El método de generalización empleado consiste en la aplicación de una serie de operadores morfológicos y kernels. El objetivo final de esta línea de investigación es asimilar los resultados del proceso de generalización del mapa digital con respecto al que hubiese realizado un cartógrafo de forma manual. Sin embargo, dado el carácter todavía experimental de la misma, el resultado de este proceso no hay que entenderlo pues como un resultado final sino más bien como una aproximación en los primeros pasos de la generalización de cascos urbanos, que hasta su total depuración, podrá ser usada por los operarios para completar el proceso de forma más objetiva.

El proceso desarrollado ha consistido en:

- Obtención del casco urbano a la escala de partida: Este proceso puede realizarse mediante digitalización de mapas en papel o mediante la adquisición de cartografía digital (Figura 4.a).
- Obtención del casco urbano a la escala de salida deseada en la generalización: Puesto que el mecanismo de generalización debe emular a la generalización manual, en las primeras generalizaciones deben compararse los resultados obtenidos mediante la aplicación del método con respecto a los resultados obtenidos de forma tradicional (Figura 4.b).

- Eliminación de superficies del casco urbano de partida: Aquellas superficies que no se traten en el proceso de generalización manual deben ser eliminadas también en el proceso automático (comparar Figuras 4.a y 4.b).

- Conversión vector-raster de los datos: Por lo general, tanto el casco urbano a la escala original como el casco urbano a la escala destino se encontrarán en formato vectorial, por lo que es necesario un proceso de transformación de los datos a formato raster. Además en este proceso se reclasifican los datos a formato binario, representando un cero (0) las zonas que no forman parte de las manzanas y uno (1) las que sí.

- Remuestreo de los datos: Al objeto de permitir la comparación (paso siguiente), se debe proceder al remuestreo de los datos dado que el casco urbano de partida se encontrará a una escala diferente que el casco urbano final o generalizado, por lo que será necesario un remuestreo de la imagen para pasar a la escala definitiva.

- Aplicación de la morfología matemática: Las operaciones morfológicas y los núcleos o *kernels* seleccionados se aplican sobre la imagen original con el fin de obtener la generalización.

Debido al hecho de que a priori era imposible seleccionar el conjunto de operadores/núcleos que eran necesarios para la equiparación del casco urbano generalizado digitalmente con respecto al generalizado manualmente, se empleó un mecanismo de búsqueda exhaustiva de dicho conjunto. Así, se seleccionaron como operaciones morfológicas las de dilatación y erosión, porque todas las demás operaciones pueden ser obtenidas partiendo de éstas, y se seleccionaron como *kernels* o núcleos morfológicos los más empleados en el procesamiento de imágenes en el tamaño más genérico usado (Figura 5), 3 x 3 píxeles, puesto que los resultados con figuras mayores pueden ser emulados mediante el empleo de figuras menores.

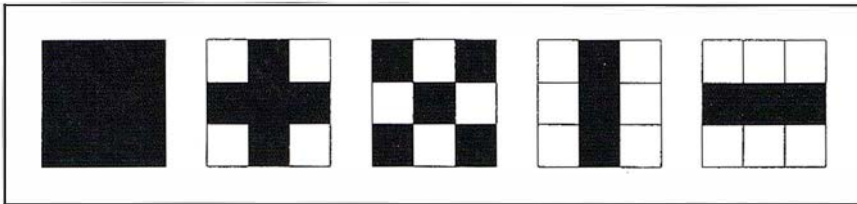


Figura 5. Núcleos morfológicos empleados (kernels).

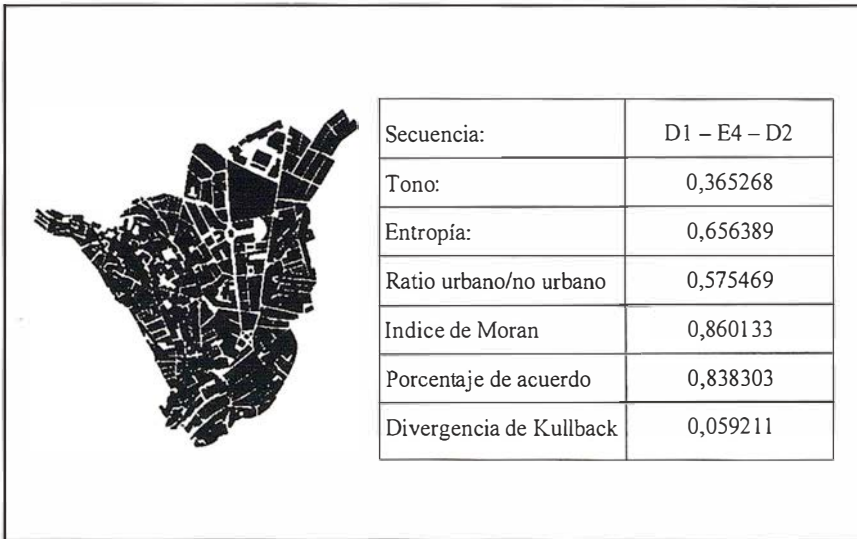


Figura 6. Generalización para la secuencia más parecida a la original en su entropía. La secuencia se especifica con una D o E indicando Dilatación o Erosión, seguida de un número, que es el elemento morfológico empleado, el número es el equivalente al orden de elementos que aparece en la Figura 5.

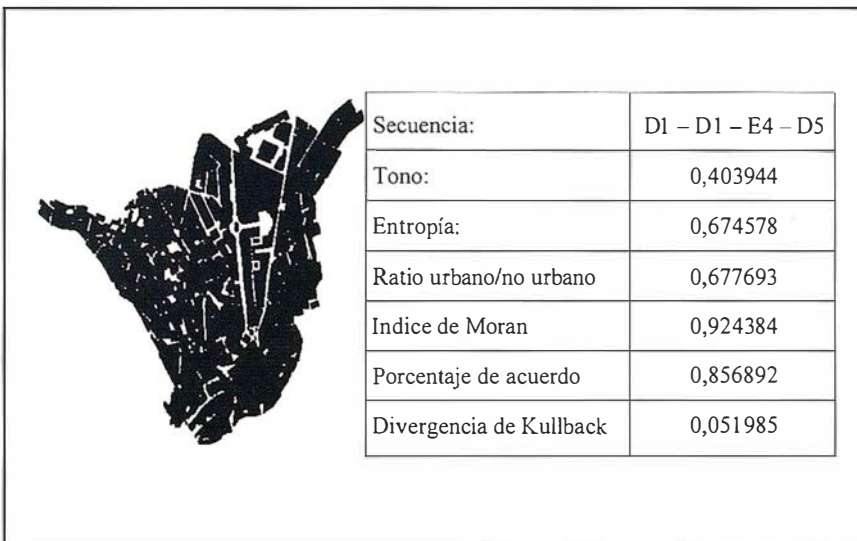


Figura 7. Generalización cuyo índice de Moran es más parecido al de la imagen obtenida manualmente. La secuencia se especifica con una D o E indicando Dilatación o Erosión, seguida de un número, que es el elemento morfológico empleado, el número es el equivalente al orden de elementos que aparece en la Figura 5.

La búsqueda exhaustiva consistió en probar cada uno de los núcleos anteriores empleando las dos operaciones mencionadas sobre el casco urbano seleccionado, en nuestro caso el de la ciudad de Jaén (ver figura 5). Esto nos daría un total de diez soluciones, pero como la morfología matemática tiene la propiedad de que las operaciones se pueden encadenar, sobre cada una de estas diez soluciones iniciales aplicamos la misma prueba anterior, obteniendo otro conjunto de cascos urbanos generalizados. Este encadenamiento de soluciones se puede volver a aplicar de forma infinita, pero para el propósito del estudio sólo se emplearon 5 niveles de encadenamiento (un total de 11.110 imágenes), porque al alcanzar esta profundidad se producía el cerramiento casi total de las calles del casco urbano.

- Comparación de los resultados: Los resultados obtenidos mediante el proceso de generalización digital se compararán empleando un conjunto de medidas evaluadoras con los aplicados de forma manual.

La fase de comparación es la más importante, ya que la medida evaluadora empleada será la que medirá el grado de similitud del método con respecto a lo que ocurriría de forma manual, por lo que una mala selección de las medidas dará unos resultados erróneos.

La selección las medidas fue un proceso complicado, puesto que en la bibliografía consultada no existía ningún caso similar, por lo que se hizo necesario el empleo de otro tipo de medidas aplicadas en ciencias afines a las imágenes raster. Se han considerado dos grupos:

- Medidas basadas en una imagen: En este caso la medida evaluadora se aplicaba por separado a cada imagen y se comparaban los resultados obtenidos. Las empleadas fueron el tono, la entropía (ambas medidas de Webster y otros, 1992), el ratio pixel urbano/no urbano e Índice de Moran I (Bosque, 1992). Aunque este último fue necesaria una modificación para su aplicación en el entorno raster (Ureña, 1998).

- b) Medidas basadas en dos imágenes: En este caso se emplearon medidas que podían tratar directamente dos imágenes, fueron: Divergencia de Kullback (Kertész y otros, 1995) modificada para el caso binario (Ureña, 1998) y el porcentaje de acuerdo.

Resultados

Según lo dicho, se aplicaron de forma exhaustiva todos los operadores y núcleos, obteniéndose un total de más de once mil resultados que hubo que examinar mediante el uso de las medidas apuntadas dado que su examen visual se hace inabordable. En primer lugar, cabe decir que los resultados obtenidos son muy dispares, esto era esperable dado que el objetivo no consistía en aplicar de forma directa la generalización morfológica al casco urbano, sino en definir cuáles serían los operadores y núcleos más apropiados para generalizar dicho casco. Es por esta razón que la importancia de las soluciones radica en las medidas evaluadoras elegidas.

De entre todas las soluciones obtenidas, se presentan dos casos junto con los parámetros que las definen con el fin de que el lector compare los resultados.

En la Figura 6 se observa uno de los resultados de generalización, en este caso, pese a tratar con una transformación global de toda la imagen se puede ver como se han mantenido vías de comunicación importantes y se han reducido las callejuelas del casco antiguo, este es un proceso típico de generalización manual, dejando las vías más significativas y eliminando las menos. Sin embargo, también se han perdido otras vías de comunicación cuya importancia relativa radica en la situación y enlaces con otras zonas y no en su tamaño, estos casos requerirán una segmentación de la zona para aplicar un enfoque más específico.

Como se puede observar este caso no es tan favorable como el anterior, lo que nos indica que el índice de Moran no es adecuado para encontrar la solución más parecida a la generalización manual. El hecho de que la

mayor parte del viario urbano haya desaparecido es debido a un excesivo empleo de las dilataciones, lo que consigue el cierre de esas calles, cuando desde el punto de vista de la generalización manual hubiese sido necesaria una apertura de las mismas.

Conclusiones

El mecanismo de generalización presentado se encuentra en la línea de los estudios actuales de herramientas básicas de generalización, lo que McMaster denomina transformaciones espaciales y de atributos. La generalización mediante morfología matemática se ha mostrado en estos primeros intentos como un mecanismo prometedor para el desarrollo de posteriores herramientas, puesto que la combinación de operaciones morfológicas y la definición del tamaño de los elementos (Su y otros 1.997a) permite la generalización entre múltiples escalas de una forma sencilla y continua.

Esta claro que el método presentado, basado en transformaciones globales de los datos, no es completamente adecuado para la generalización de cascos urbanos muy complejos pero, sin embargo, es posible segmentar el casco urbano en zonas menores donde la aplicación de dichas operaciones morfológicas si pueda realizarse de forma homogénea. En estas zonas, cabe esperar que estudios como el realizado pongan de manifiesto las mejores combinaciones de operaciones/núcleos que consigan emular la generalización manual.

Finalmente, indicar que frente a las técnicas basadas en las estructuras vectoriales, que requieren complejos algoritmos, cálculos y estructuras, este tipo de aproximación al problema resulta bastante más cómodo al investigador lo que, junto al auge de lo ráster debido al progreso en los sistemas de almacenamiento y a los sistemas de captación, nos hace pensar en un mayor uso futuro.

Bibliografía

Bosque J. (1.992). *Sistemas de Información Geográfica*. Ed. Rialp. Madrid.

Jones C. B., Bundy G. LI. y Ware J. M.(1.995). Map Generalization with a Triangulated Data Structure. *Cartography and Geographics Information Systems*. Vol 22. No. 4, pp. 317-331.

Kertész M., Csillag F. y Kummert A. (1.995). Optimal tiling of heterogeneous images. *International Journal of Remote Sensing*. Vol. 16, No 8, pp 1397-1415.

Mackaness W (1.995). Analysis of Urban Road Networks to Support Cartographic Generalization. *Cartography and Geographics Information Systems*. Vol. 22, No 4. pp. 306-316.

McMaster R.B., Shea K. S. (1.992). *Generalization in Digital Cartography*. Association of American Geographers. Washington D.C.

Serra, J. (1.982). *Image Processing and Mathematical Morphology Volume 1*. Ed. Academic Press. London.

Su Bo, Li Zhilin, Lodwick G. y Müller J. C. (1.997a). Algebraic models for the aggregation of area features based upon morphological operators. Ed. Taylor & Francis Ltd. *International Journal of Geographical Information Science*. Vol 11, No. 3, pp 233-246.

Su Bo, Li Zhilin y Lodwick G. (1.997b). Morphological Transformation for the Elimination of Area Features in Digital Map Generalization. *Cartography* Diciembre de 1.997. Vol 26, No. 2, pp 23-30.

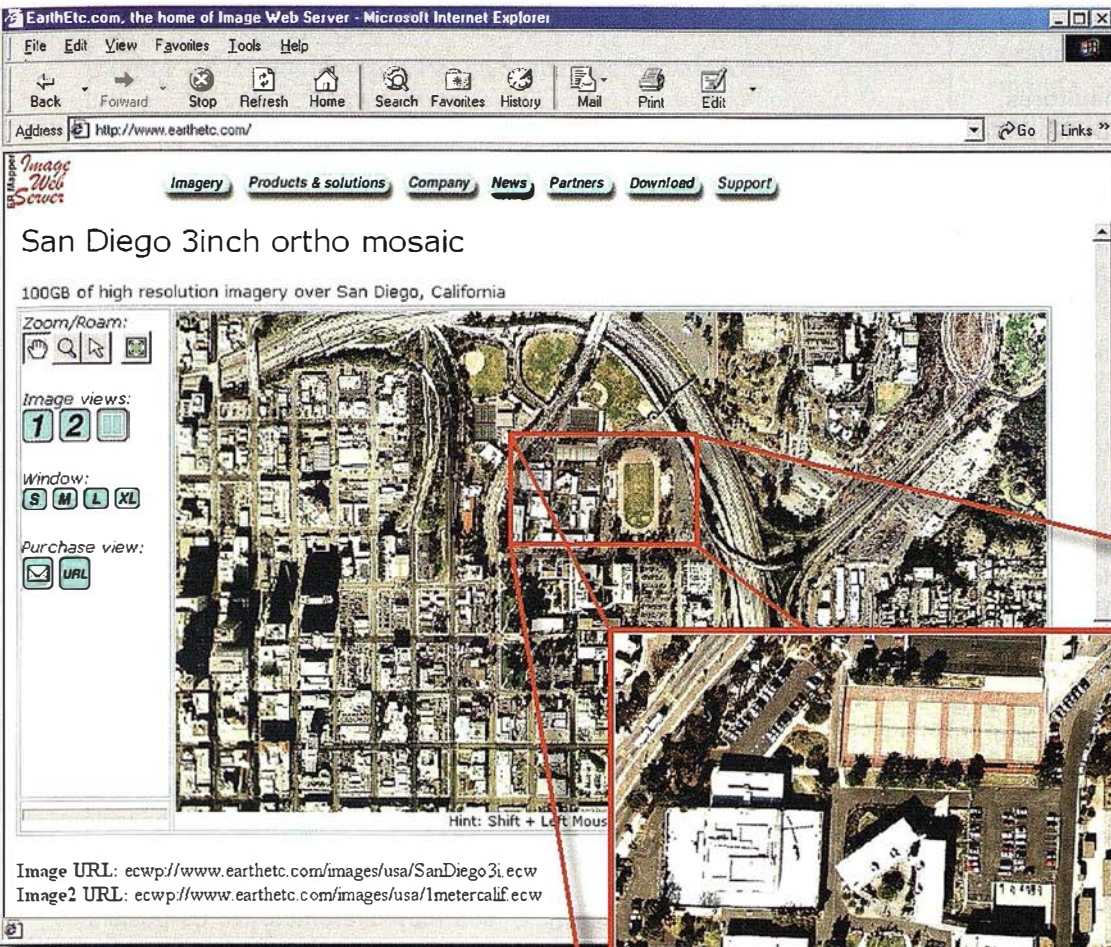
Ureña M.A. (1.998). Generalización de Cascos Urbanos en formato Raster. *Proyecto Fin de Carrera de Ing. en Geodesia y Cartografía*. Universidad de Jaén.

Webster C. J., Oltof W. y Berger M. (1.992). Pattern Recognition Techniques for Smart Urban Gis. Ed. Janjaap Harts. *EGIS '92. Third European Conference and Exhibition on Geographical Information System*. Munich, Germany, March 23-26, 1.992. Vol 2. pp 930-939.

Sirve imágenes de cualquier tamaño

para cualquier aplicación

vía Internet-Intranet!



ER Mapper
Helping people manage the earth

Image Web Server



prepare



Your image solution



serve



Image Web Server

use

Sirve terabytes de imágenes a aplicaciones GIS, CAD y Office en cualquier parte del mundo, en segundos.

Pruébelo Vd. mismo hoy
Vea el Servidor Web de Imágenes en
www.EarthEtc.com

Todas las marcas, nombres de compañías y productos son marcas registradas de sus respectivos propietarios. Los especificaciones del producto están sujetas a cambios sin previo aviso.

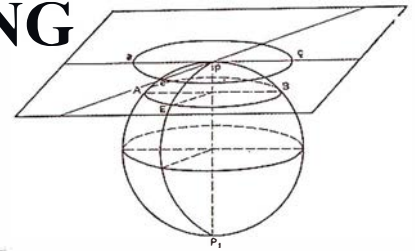
Tragsatec
TECNOLOGÍAS Y SERVICIOS AGRARIOS, S.A.



Distribuidor para España:
TRAGSATEC
Conde de Peñalver, 84
28006 Madrid, España
Tel: +34 91 396 34 63
Fax: +34 91 396 34 10
Email: reb@tragsatec.es



EL ENFOQUE GEOGRÁFICO AL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN COMERCIAL Y DE MARKETING



SGSmap Ingenieros Consultores.
Distribuidor Autorizado de MapInfo España.

Juan Ignacio Lasa, Director Gerente

1. Introducción

La tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) tiene su origen en los sectores cartográfico y de recursos naturales. Cartógrafos y planificadores en el sector público han justificado tradicionalmente las inversiones en esta tecnología sobre la base de un ahorro considerable en producción cartográfica. El mundo comercial es completamente diferente. Las empresas en general y la banca en particular no tienen una tradición establecida en organizar y gestionar su información a través de mapas. Por tanto su modelo coste-beneficio para la adopción de un SIG no está basado en la reducción de costes en producción cartográfica, sino que su decisión depende de los beneficios asociados con el valor de la información creada con el sistema.

Enfoque "tradicional". Los sistemas de información tradicionales que soportan la operativa básica de las empresas están resueltos y contrastados desde hace muchos años. Sin embargo adolecen de deficiencias como sistemas de ayuda a la toma de decisiones. Las bases de datos de clientes encierran a menudo un riquísimo caudal de información. Sin embargo los datos disponibles se encuentran generalmente aislados en los departamentos, son utilizados en funciones específicas, y no pueden ser relacionados fácilmente entre sí. Por las zonas anteriores, el análisis de la información es una tarea insuficientemente desarrollada y generalmente sustituida por acciones publicitarias en medios masivos o

mailings, con un bajo nivel de precisión respecto a las necesidades reales de cada segmento de mercado.

Enfoque "geográfico". La tecnología SIG representa una evolución de las tecnologías de información tradicionales aplicadas a la banca que refuerza los modelos tradicionales con la incorporación de nuevos conceptos como *micromarketing*, *área de influencia*, *análisis de solapamiento*, etc. El enfoque tradicional de las actividades de planificación y análisis se centra en los resultados con un escaso análisis o comprensión de los efectos de los planes sobre el entorno geográfico. Del mismo modo los elementos territoriales inherentes en los datos son ignorados o infrutilizados en el análisis y en el proceso de toma de decisiones.

La tecnología SIG provee a las empresas de una herramienta tecnológica para organizar, relacionar, y analizar datos de naturaleza y origen heterogéneos en base a su localización espacial, y utilizar dichos datos como componentes fundamentales del análisis previo a la toma de decisiones.

2. Micromarketing y GIS

El concepto de **MICROMARKETING**, se refiere a la utilización de la demografía y la geografía para rentabilizar acciones comerciales, tanto a nivel de consumidor como a nivel de zona geográfica (microzona).

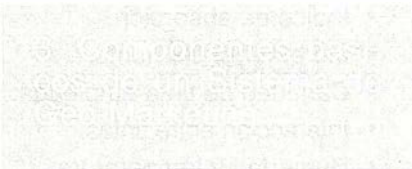
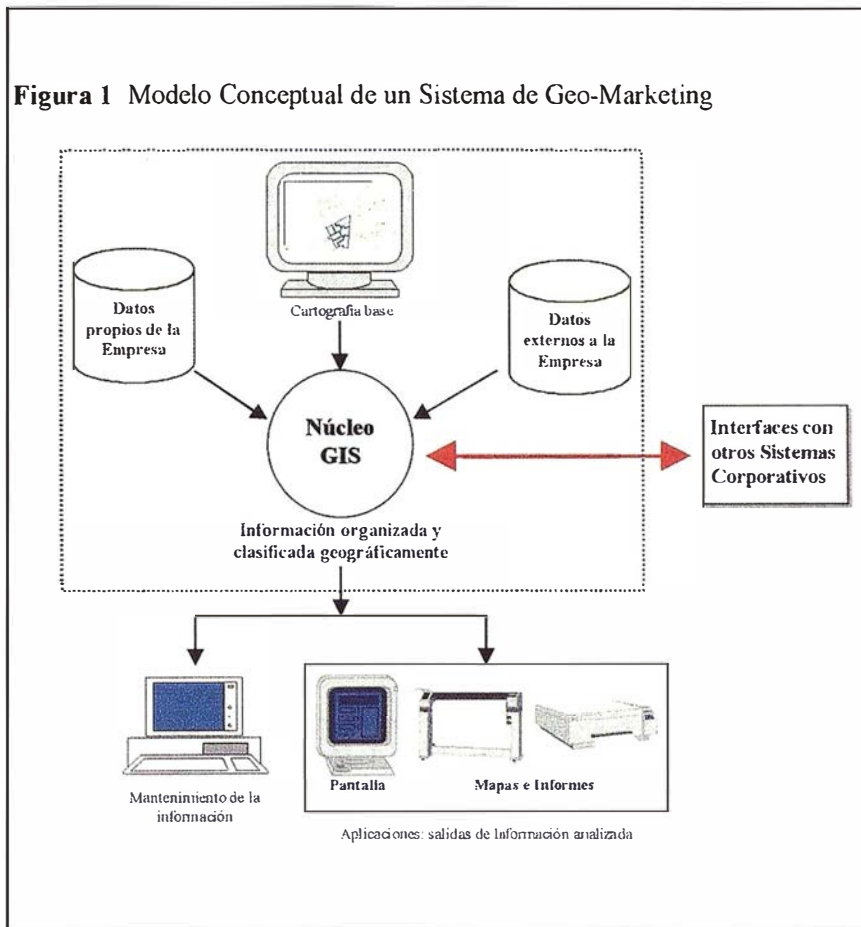
Las empresas necesitan nichos de mercado para poder subsistir. El

micromarketing es cada día más importante porque el ritmo de crecimiento de la población es menor que en décadas pasadas, los mercados están fuertemente fragmentados, y existe una competencia creciente donde cada empresa intenta consolidar su actividad protegiendo su clientela e intentando captar el negocio de las demás. El área de marketing constituye en muchos casos el punto de partida para la introducción de la tecnología GIS en los centros de decisión de las empresas.

El marketing masivo de los años 60 y 70 no es una técnica adecuada para afrontar este reto. Las necesidades, deseos y preferencias de los distintos grupos de consumidores son muy diferentes. No es posible alcanzar una comunicación eficaz con cada uno de esos grupos a través del marketing masivo. **Hay que saber quiénes son los clientes, cómo son, dónde viven y cómo alcanzarlos.** El micromarketing permite iniciar un acercamiento al consumidor individualizado, a conocerlo, y a investigar su entorno.

Resumiendo, la utilización conjunta de las técnicas de micromarketing y la tecnología GIS ofrece a las empresas la posibilidad de enriquecer su conocimiento de las características, necesidades y preferencias de sus clientes y el potencial del mercado en base al análisis e integración geográfica de los datos internos de los clientes (demográficos, de estilo de vida, del consumo de productos), con datos externos a la empresa (información estadística, estudios de mercado, etc.).

Figura 1 Modelo Conceptual de un Sistema de Geo-Marketing



El enfoque para el desarrollo de un Sistema de Geo-Marketing se basa en el análisis de la **Dimensión Espacial de las Organizaciones**, esto es, el análisis de la localización y características de su infraestructura (centros de producción, oficinas, almacenes, puntos de venta y servicio, etc.) en relación a las de las empresas competidoras, los clientes y el mercado.

Los sistemas de geo-marketing integran información de procedencia y naturaleza heterogéneas, almacenada en una o más bases de datos con diferentes niveles de información gráfica y alfanumérica integrada y organizada geográficamente. El territorio

actúa como vínculo de unión que permite establecer relaciones entre las distintas clases de información (figura 1).

De forma esquemática, los componentes básicos del sistema de geo-marketing son los siguientes:

- La base cartográfica informatizada para la referenciación de la información.
- Los datos internos (clientes, punto de distribución...) previamente geo-referenciados.
- Los datos externos a la empresa (datos demográficos, socio-económicos...).
- El software GIS de base (Mapinfo...) que integra geográficamente la información.
- Un conjunto de procedimientos y aplicaciones informáticas para la explotación del sistema.

La clave del proceso de implantación del sistema es la **integración geográfica de la información de la demanda** (datos de población, características y evolución prevista del mercado) **y de la oferta** (características y localización de los establecimientos). Este proceso requiere que datos de naturaleza y procedencia diversa y sin ninguna relación explícita entre sí puedan ser relacionados a partir de su localización espacial.



La base de datos requerida para montar este servicio arranca de un "callejero urbano" digitalizado e introducido en el archivo de un ordenador. Dicho archivo presenta dos componentes diferenciadas: de un lado el "componente gráfico" recoge los aspectos de trazado geométrico (ejes viales, edificaciones, delimitaciones administrativas y demás elementos de información visual de referencia) usando para ello un lenguaje de puntos, líneas y polígonos. De otro lado el "componente alfanumérico" que se ocupa de la información restante (básicamente los códigos, tipos y nombres de las calles).

El sistema a implantar arranca por tanto de:

- La estructura urbana de las calles.
- La identificación de portales por calle.

Sobre esta base de datos hay que ubicar (geo-codificar) los datos internos de la empresa: clientes, puntos de distribución, almacenes, etc. La información demográfica (datos básicos de población y viviendas) se suministra generalmente a nivel de sección censal y en ocasiones agregada a nivel de portal. En ambos casos la información demográfica debe ser geo-referenciada para su inclusión en el sistema.



Noticias

IMPORTANCIA DEL USO DE LOS PAPELES ORIGINALES DE HEWLETT-PACKARD

LA CALIDAD FINAL DE IMPRESIONES EN GRAN FORMATO DEPENDE EN GRAN MEDIDA DE LA CALIDAD DE LOS PAPELES ORIGINALES

La calidad final de las impresiones de gran formato depende de la combinación entre la impresora, los papeles y las tintas. Hewlett-Packard, desde su división de Barcelona, centra sus esfuerzos en el diseño y las pruebas de estos tres elementos conjuntamente, para de esta forma, proporcionar al cliente la mayor calidad y fiabilidad que se pueda obtener.

Entre los múltiples aspectos controlados por las Impresoras HP DesignJet que influyen en la calidad final del trabajo podríamos citar los siguientes:

- El tamaño y forma del punto vienen determinados por la composición química de la tinta (adhesión superficial), el volumen de la gota de tinta, ajuste entre el tamaño del punto y la resolución, geometría del cabezal y energía termal.
- En cuanto a la colocación del punto, depende de la trayectoria y ángulo de ataque de la gota, del control sobre los ejes del soporte y del carro, de la velocidad a la que se desplaza el cabezal y distancia al soporte, de la detección y control de la posición, exactitud (direccionabilidad), y control de disparo del cabezal.

Los fallos que se pueden derivar de esto son: líneas verticales mal alineadas, pulverizado y corrido de la tinta, fallo en la alineación de colores.

“EL PAPEL ES UN COMPUESTO COMPLEJO”

El papel, al contrario de lo que aparentemente puede parecer, es un sistema químico complejo. Está formado por fibras de celulosa, aglutinante y relleno. La celulosa es la base sobre la que se

forma el papel. El aglutinante -almidón, PVA- mejora la resistencia, afecta al grado de absorción de la humedad, mantiene el colorante en la superficie y mejora la uniformidad. El relleno -(ácido) arcilla, TiO_2 , silicio; (básico) $CaCO_3$ - incrementa la rigidez, afecta a la porosidad e incrementa el brillo y la opacidad.

Todo esto nos lleva a una superficie que aparentemente es lisa, pero que para el tamaño de gotas con el que se imprime (12 pl.), está lleno de imperfecciones que pueden parecer auténticas montañas y valles. Lo que produce que el reparto de la tinta no sea homogéneo y provoque una pérdida de nitidez en la impresión.

Al igual que el papel, el resto de materiales que se utilizan con las Impresoras de Gran Formato son químicamente complejos. Por tanto, requieren una minuciosa investigación, a parte de numerosas pruebas, antes de conseguir la calidad que exige Hewlett-Packard. Para englobarlos a todos a partir de ahora los denominaremos soportes.

“EL RECUBRIMIENTO ES UNA PARTE FUNDAMENTAL”

En el soporte se pueden distinguir varias capas de recubrimiento, estas sirven para corregir las imperfecciones de la superficie y conseguir una mejor interacción.

- Recubrimiento final: Controla el nivel y la homogeneidad del satinado, el tiempo de secado, la suavidad de aspecto y la transferencia de imagen.
- Recubrimiento de control: Regula la interacción tinta/soporte, la resolución, la saturación y el comportamiento del color.
- Recubrimiento de enlace: Mantiene unido el recubrimiento con el sustrato base.
- Sustrato base: Determina la rigidez, el aspecto y el comportamiento del resultado, contribuyendo a la fiabilidad.
- Recubrimiento posterior: Evita el rizado y aumenta la manejabilidad.

Debido a la complejidad de todos y cada uno de los elementos que forman parte en la impresión, Hewlett-Packard desarrolla conjuntamente Impresoras, Tinta y Soportes para conseguir la máxima resolución y garantizar la calidad final de la impresión.

“HEWLETT-PACKARD FABRICA SOPORTES PARA GARANTIZAR LA MEJOR INTERACCIÓN TINTA-SOPORTE”

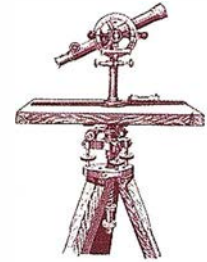
Como ya hemos dicho, no es suficiente que las impresoras ofrezcan una calidad inmejorable, porque para obtener una impresión de alta calidad y un uso más eficiente de la tinta, hay que optimizar la interacción entre la misma y el soporte. Es como la lluvia que cae sobre el suelo seco, demasiada agua produce corrientes, e insuficiente agua es inútil. Los factores clave que influyen en esta interacción son:

- Composición química de la tinta.
- Composición química del soporte.
- Índice de absorción.
- Incremento del punto.
- Cantidad de tinta empleada.
- Interacción entre tintas.
- Humedad y temperatura.

La falta de interacción provoca un llenado irregular de las áreas, lo que se manifiesta en una serie de imperfecciones. Entre las más comunes están: *Cockle* (texto ondulado), *Curl* (papel rizado), *Halo* (borde blanco entre áreas contiguas negras y de color), *Cracking* (fractura de la tinta), *Feathering* (patas de araña), *Bleeding* (colores mezclados en los bordes), *Blooming* (extensión del punto más de lo deseado), *Banding* (bandas), etc...

La utilización de otros soportes motiva la aparición de estas imperfecciones. Eso es debido a que no todos están preparados para interactuar con las impresoras y tintas que Hewlett-Packard comercializa.

Diseño de un GIS para el seguimiento evolutivo de procesos agrícolas y forestales mediante datos NOAA-AVHRR



Calle Montes, A., Casanova Roque, J.L., González-Alonso F. y Romo Arranz, A.

Laboratorio de Teledetección de la Universidad de Valladolid.

Dpto. Física Aplicada I. Facultad de Ciencias. e-mail: abel@latuv.uva.es

Palabras Clave: Índice de verdor, NDVI, NOAA, Agricultura.

RESUMEN

La sequía que ha sufrido España en los últimos años, ha puesto de manifiesto la necesidad de abordar el problema desde la mayor actualización posible, con la intención de controlar y prevenir, cuando sea posible, los efectos prolongados de una climatología adversa. Las técnicas de teledetección se han mostrado muy útiles para llevar a cabo esta labor, sobre todo en lo relativo a la elaboración de índices de riesgo de incendios y predicción de cosechas, principalmente por la gran cobertura espacial a la que se tiene acceso y por la asiduidad diaria con la que se procesan las imágenes. Por ello, y gracias al extenso archivo de datos procesados, con los que cuenta el Laboratorio de Teledetección de la Universidad de Valladolid, hemos desarrollado un sistema de información geográfica, denominado *verdor*, para acceder y analizar imágenes procesadas de Índice de Verdor decenales, del período febrero-octubre correspondientes a los años 1993, 94, 95, 96, 97, 98 y 99. A pesar de que la cantidad de datos es importante, el acceso a ellos se realiza en conjunción con otro tipo de información geográfica permitiendo operaciones de interés de cara al análisis y la visualización.

1. INTRODUCCIÓN

En España, los problemas relacionados con la ausencia de precipitaciones y la aparición de períodos prolongados de sequía, constituye uno de los principales problemas medioambientales que actúan en detrimento de la agricultura y en la aparición de grandes incendios forestales.

Las técnicas de Teledetección Espacial constituyen una herramienta muy útil para la observación y seguimiento continuados de grandes extensiones de terreno, en la escala espacial de la totalidad de un país. De esta manera, las imágenes AVHRR procedentes de los satélites de la serie NOAA se muestran especialmente adecuadas debido a la amplia cobertura espacial del sensor y la excelente resolución temporal al contar con una imagen diaria en hora de máxima insolación.

Los indicadores del estado de la vegetación aplicables a las imágenes NOAA son todos derivados del NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Entre ellos, hemos encontrado el *Índice de Verdor* como una magnitud especialmente adecuada para el seguimiento de los problemas relacionados con la agricultura en largos períodos de tiempo.

Desde el año 1991, el Laboratorio de Teledetección (LATUV), de la Uni-

versidad de Valladolid, dispone de un receptor de imágenes NOAA y desde el año 1993, se han procesado imágenes con una frecuencia prácticamente diaria, a lo largo del período de interés en el seguimiento evolutivo de procesos de agricultura (febrero-octubre), obteniendo imágenes compuestas de NDVI y consiguiendo de *Índice de Verdor* para períodos de 10 días.

Con la intención de disponer de un software que aporte información comparativa de la evolución de la vegetación en ciertas zonas de interés, manejando de forma rápida la gran cantidad de información acumulada, en el LATUV hemos desarrollado un software para el tratamiento de estos datos procedentes de teledetección, que incluye otros datos geográficos para referenciar los procesos vegetativos. Se presentan, a continuación, los aspectos más importantes del programa con la idea de proporcionar una visión general y el carácter aplicado de este software.



El archivo histórico de imágenes manejado por SIG *verdor* se compone, como ya se ha mencionado, de imágenes procesadas procedentes del sensor AVHRR de los satélites NOAA.

Dicho sensor consta de 5 bandas espectrales, dos de las cuales (banda 1: visible; banda 2: infrarrojo próximo) son utilizadas para obtener información acerca del estado fotosintético de la vegetación a través del Índice de vegetación NDVI obtenido como:

$$NDVI = (Ref_2 - Ref_1) / (Ref_2 + Ref_1)$$

donde Ref_2 y Ref_1 son las reflectancias de los canales 2 y 1 respectivamente.

Estos valores NDVI de cada píxel pueden ser referidos a los valores históricos máximo y mínimo, con la idea de obtener un índice indicativo del estado de la vegetación referido de forma individual a cada píxel (Burgan, 1993). Este es el Índice de Verdor, construido como:

$$Indice\ de\ Verdor = \frac{(NDVI - NDVI_{min})}{(NDVI_{max} - NDVI_{min})}$$

El inicio del período histórico en el que se disponen de imágenes en el SIG corresponde al año 1993 y se extiende hasta la actualidad ya que se están incorporando imágenes de análisis en tiempo real. Las imágenes son analizadas en períodos decenales

de forma que han sido procesadas todas las imágenes diarias para obtener una imagen de máximo valor compuesto. De esta manera, cada año es analizado en el período extendido entre la primera decena de febrero y la tercera decena de octubre.

De cara a la importancia que presenta el SIG en procesos de comparación, se ha realizado el procesamiento de tres años más correspondientes al *año promedio*, *año máximo* y *año mínimo* que representan respectivamente el año con valores promediado con todos los disponibles, el año en que cada píxel tiene los valores máximos de verdor y el año con los valores mínimos.

La información territorial del SIG verdor corresponde a la práctica totalidad de las comunidades autónomas de España. De ellas se han seleccionado aquellas con mayor interés relacionado con la agricultura y el control de los incendios forestales:

Castilla y León, Galicia, Extremadura, Cataluña, Castilla la Mancha, Navarra, Aragón, Valencia, Murcia, Andalucía, Islas Baleares, Madrid y La Rioja. El análisis espacial que el SIG pretende llevar a cabo llega a la resolución espacial de las comarcas agrarias de toda España, y los mapas utilizados están basados en los límites territoriales de las comarcas agrarias propuestas por el Ministerio de Agricultura en el *Plan de Comarcalización Agraria de España*. Estas comarcas agrarias están ordenadas según la provincia y la Comunidad Autónoma a la que corresponden.

Los datos relativos a la distribución de usos del suelo son mapas CORINE, previamente degradados a la resolución espacial de las imágenes del sensor AVHRR de los satélites NOAA, esto es 1x1 km². La degradación del mapa CORINE se ha realizado a partir de ficheros raster, con resolución espacial de 200 metros y atendiendo a criterios de porcentaje de ocupación de la clase mayoritaria, de forma que solo que ha tenido en cuenta una cierta clase de terreno cuando la clase mayoritaria de los píxeles integrantes estaba presente en, al menos, un 50 % (Flórez et al., 1997). El mapa CORINE tiene una definición de 64 clases di-

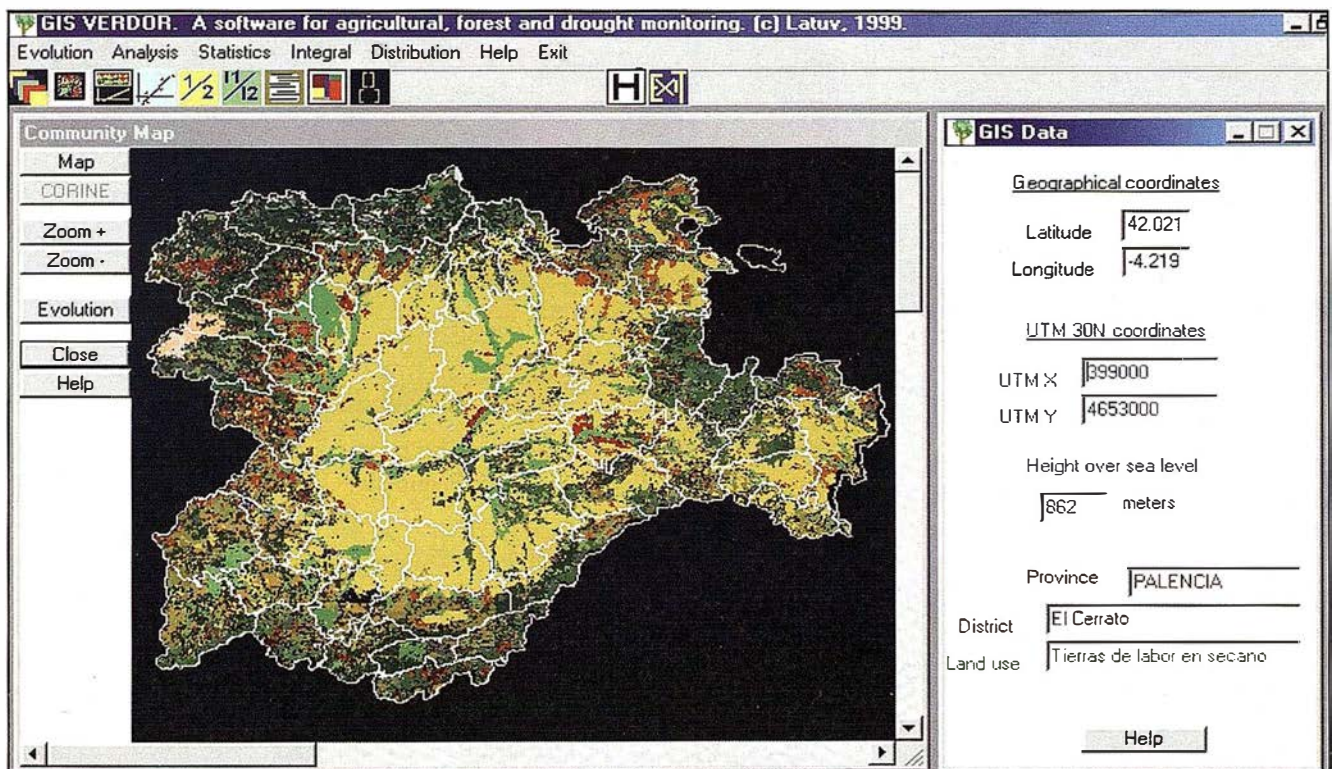


Figura 1. Datos geográficos proporcionados por sig verdor.

ferentes. En el modo de operación del SIG, los análisis pueden ser llevados a cabo integrando las clases del terreno en grupos principales, como se verá posteriormente.

El SIG integra en su funcionamiento el modelo digital del terreno de toda España degradado a una resolución de 1x1 km². En este caso, como en los anteriores, la resolución espacial de análisis está restringida por la información procedente de las imágenes del sensor NOAA-AVHRR.

La figura 1 representa una pantalla genérica del programa, en la versión 2.2 para Windows-95. En ella aparece la región de Castilla y León, con la superposición del mapa de las comarcas agrarias y con el coloreado del mapa CORINE de usos del suelo. La pantalla denominada *Datos SIG* proporciona, a lo largo del movimiento del ratón sobre el mapa, la comarca, provincia, clase de cultivo, altura sobre el nivel del mar que corresponde al píxel. Además, el módulo calcula las coordenadas en proyección UTM relativas al huso 30 y las coordenadas geográficas (longitud, latitud) del píxel en estudio.

La pantalla de visualización del mapa, además, puede ser modulada en tamaño mediante los botones *Zoom*. Los botones *Ayuda* guían al usuario sobre los datos a los que tiene acceso.

4. EVOLUCIÓN DE LOS INDICES DE VERDOR

La principal herramienta del programa es el cálculo de evoluciones del índice de verdor en zonas seleccionadas. La temporada [febrero, octubre] de los años 1993-99 puede ser analizada de manera selectiva, de forma que el usuario tendrá acceso al cálculo de curvas de evolución con los siguientes filtros u opciones: *evolución de un píxel*, *evolución de una comarca*, *evolución de una provincia* y *evolución de toda la comunidad*. Mediante la opción *área del usuario* se tiene la posibilidad de analizar una zona demarcada manualmente sobre el mapa o mediante la introducción de

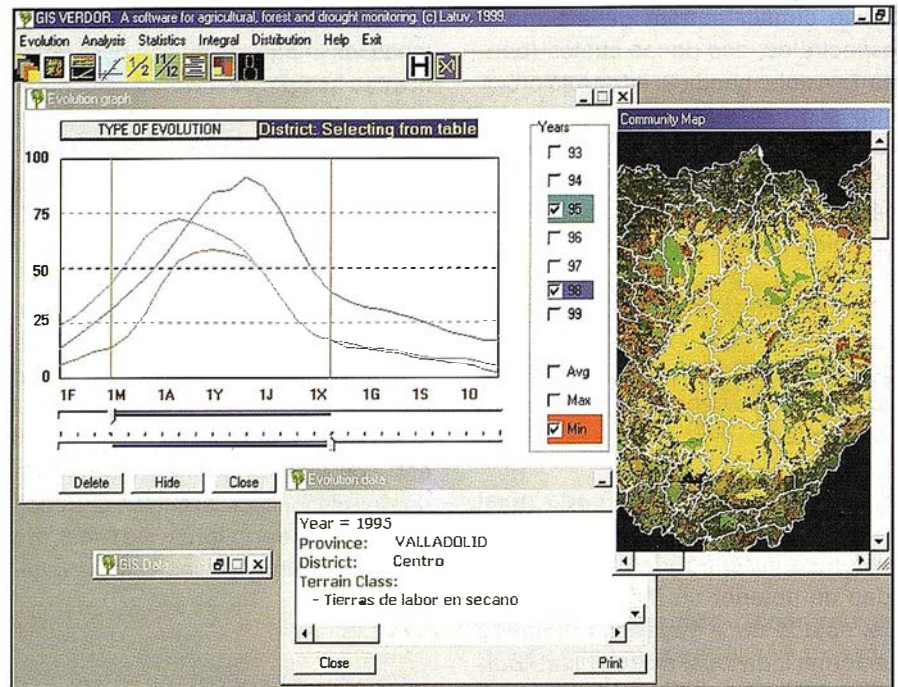


Figura 2. Gráficas de evolución y cálculo de integrales en intervalo. ©SIG verdor.

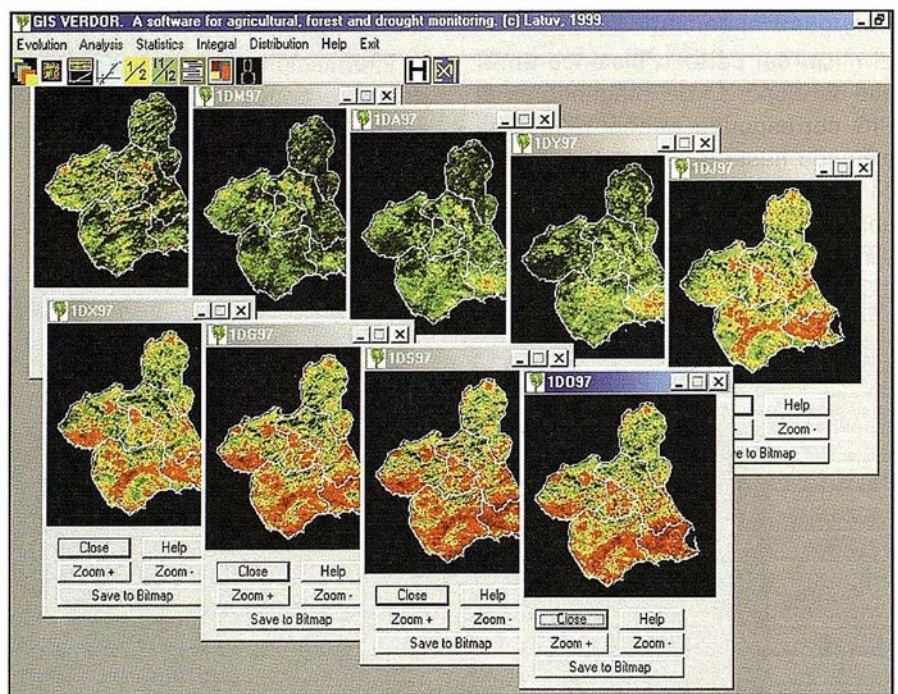


Figura 3. Visualización múltiple de las primeras decenas de cada mes. ©SIG verdor.

las coordenadas correspondientes. Estos tipos de evolución (excepto evolución de un píxel) son realizados a su vez con los siguientes filtros: *evolución total*, *evolución para varias clases de suelo* y *evolución para una clases de suelo* seleccionada sobre el propio mapa.

Es importante reseñar la posibilidad de comparar cualquiera de los años anteriormente citado con los años *promedio*, *máximo* y *mínimo* para calificar una zona concreta en función de los valores extremos (máximo y mínimo) o valores medios alcanzados por ella durante los 6 años analizados.

La figura 2 representa una pantalla genérica, con la utilidad *evolución*, del SIG *verdor*. En el eje de abscisas de la gráfica de evolución se representan las decenas de los meses de estudio. Los valores numéricos del índice de verdor aparecen en la pantalla denominada *Datos Evolución* donde constan todos los datos relativos al análisis: Comarca agraria, provincia, coordenadas, clases de suelo analizadas, valores numéricos del verdor, etc.

Una opción de gran utilidad es la de realizar integrales bajo la curva de evolución, entre intervalos temporales tomados de forma numérica o de forma gráfica. En la figura 2 aparece el intervalo señalado para la zona de la curva ocupada por el desarrollo del cereal. Como ejemplo de aplicación valga señalar que se puede efectuar la integración desde la década en la que se sabe que aparece el fruto, o el grano, hasta que éste se retira; la producción es aproximadamente proporcional a esta integral. De esta

manera es posible comparar, *grosso modo*, las producciones de años diferentes. En todo caso es el propio usuario el que debe ajustar el período más interesante para que la integral sea más o menos proporcional a la cosecha.



SIG verdor permite realizar visualizaciones simples o múltiples de cualquier comunidad, de cualquier decena, de cualquier mes, de cualquier año (incluidos los años máximo, mínimo y promedio). Estas visualizaciones permitirán comparar el estado evolutivo de la vegetación en diferentes zonas. La visualización puede ser realizada mediante distintas paletas de color a elección del usuario. Además la opción de visualización se lleva a cabo para la totalidad de la comunidad seleccionada, o la visualización, en dicha comunidad, de las clases de terreno seleccionadas en el mapa CORINE.

Hay que destacar que la pantalla de *Datos SIG* comentada en apartados anteriores es una herramienta presente en la visualización directa de las imágenes, para que pueda comprobarse qué zonas y con qué tipos de cultivos han evolucionado de forma más precaria.

La figura 3 representa una visualización múltiple de la comunidad de Murcia a lo largo de las primeras decenas de cada mes, del año 1997, donde se aprecia, a saltos de un mes, el estado de la vegetación.

De cara al análisis más detallado, *SIG Verdor* permite la opción de discriminar de forma más *“fina”* los cambios producidos en la vegetación: el *ratio*, que consiste en realizar una división de los índices de verdor, para una comunidad determinada, entre dos épocas diferentes. Aunque dichas épocas pueden ser elegidas de forma voluntaria, puede extraerse una gran información cuando el *ratio* se realiza en la misma decena del mismo mes, entre dos años diferentes.

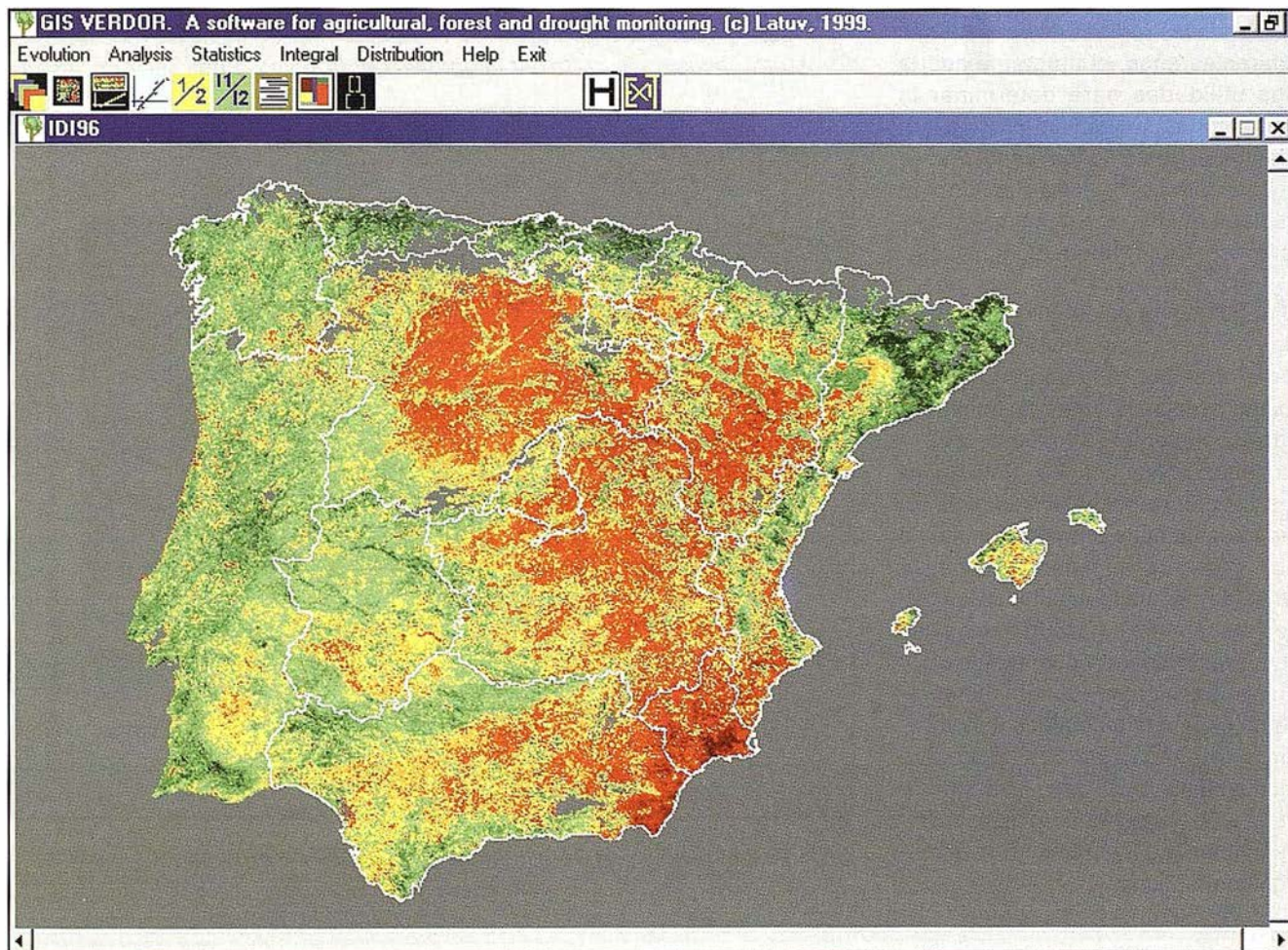


Figura 4. Imagen de la integral de toda España, año 1996 .

SIG verdor puede realizar representación gráfica de las imágenes de las integrales de los índices de verdor, realizadas sobre toda la temporada de análisis, para cada año. Estas representaciones, aportando también valores numéricos, son muy importantes a la hora de realizar comparaciones rápidas y fácilmente interpretables de dos años determinados. En este caso, además de realizar un análisis pormenorizado entre las distintas comunidades autónomas es posible hacer la representación de todo el territorio de la península Ibérica, tanto para los años 1993-99 como para los máximo, mínimo y promedio. En este sentido puede observarse la figura 4 en la que se representa todo el territorio, con una superposición del mapa de las comunidades autónomas. Esta figura contiene la integral total del año 1996.

6. MODELIZACIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE VALORES INTEGRALES

En lo que respecta a la inter-comparación de los índices de verdor entre diferentes años, el programa aporta dos utilidades para determinar la ecuación de curvas de evolución mediante un ajuste de los mencionados valores integrales. Para ello han sido implementados dos módulos de cálculo con diferentes características.

Uno de los módulos calcula ajustes de tipo lineal o parabólico de los valores de índice de verdor integrales, tomando como puntos de la curva los correspondientes a los años seleccionados por el usuario. Estos puntos pueden representar a una comunidad completa o a una provincia o a una comarca agraria; además, la curva es calculada para todas las clases de terreno o para las que sean seleccionadas individualmente o por grupos principales. La figura 5 representa un ajuste parabólico de los valores integrales de la Comunidad Murciana a lo largo del período 1993-98. La pantalla de texto que acompaña contiene los parámetros numéricos de la curva.

Otro módulo tiene la opción de calcular y visualizar todos los parámetros de las regresiones lineales obtenidas con las opciones anteriormente comentadas. De esta manera se visualiza una imagen de la comunidad seleccionada cuyos valores representativos de imagen son las pendientes de regresión que marcan, así, la evolución favorable o desfavorable entre años. La figura 6 representa la pantalla de opciones comentada así como una imagen de pendientes de regresión de la comunidad de Extremadura. El movimiento del cursor del ratón muestra en cada píxel, además de los datos geográficos de localización y tipo de suelo, los parámetros de la regresión lineal: pendiente, ordenada en el origen y coeficiente de correlación.

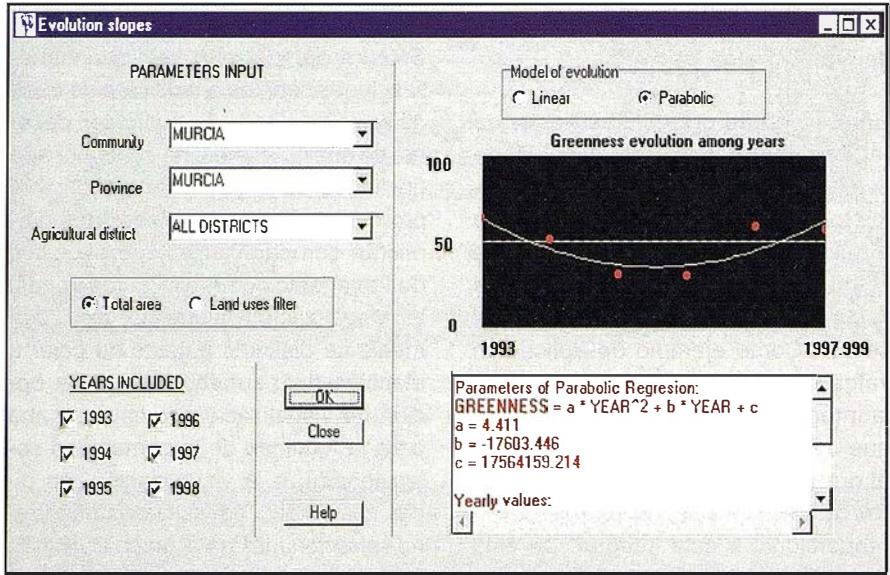


Figura 5. Cálculo de parámetros de la ecuación de evolución de valores integrales del IV.

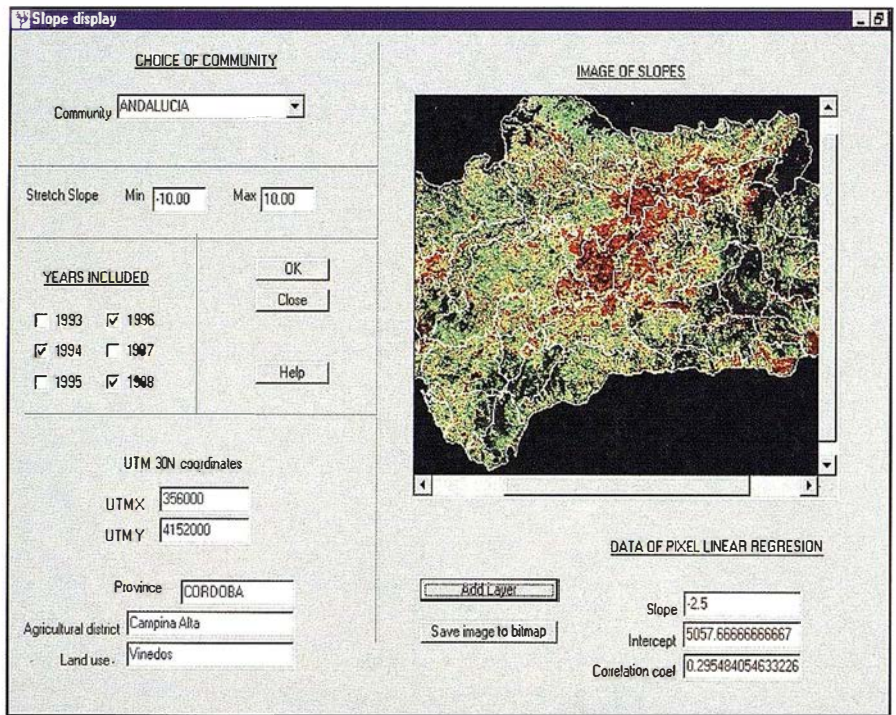


Figura 6. Cálculo de imágenes de pendientes de regresión de valores integrales del IV.

7. OTRAS UTILIDADES

En lo relativo a los análisis de evolución comentados en el apartado 3, es posible la definición de varios intervalos para realizar la integración bajo la curva de evolución, intervalos que pueden estar solapados en el tiempo. Esto es importante porque permite comparar simultáneamente una integral total bajo la curva de evolución de un cultivo determinado, con otras integrales parciales distribuidas a ambos lados del máximo encontrado. La utilidad de las semi-integrales servirá para determinar el desplazamiento temporal sufrido en un año determinado por una cierta especie. Con este conocimiento puede analizarse, por ejemplo, la alta o baja afluencia de incendios forestales.

Como se ha comentado anteriormente, los análisis efectuados pueden ser realizados de forma global o discriminando ciertas clases del terreno. En este caso no sólo puede realizarse una selección individual consultando la leyenda correspondiente, de las 64 clases totales, sino que además se puede trabajar sobre cinco grandes

grupos ya clasificados como son: *artificiales, agrícolas, forestales, humedales y superficies de agua*. La figura 7 contiene la pantalla de selección de todas las clases comentadas.

La posible discriminación de las clases de suelo a analizar puede ser utilizada en opciones de visualización del *índice de verdor* para el seguimiento de las clases de interés. Esta utilidad está representada en la figura 8, donde están representadas, en la región de Castilla y León en una época determinada, sólo las clases agrícolas.

Otra de las utilidades SIG consiste en que el usuario puede determinar sobre el mapa CORINE el área ocupada por cada una de las clases del suelo, o por grupos, en una comarca, provincia o comunidad. De esta manera el usuario puede observar sobre cuánta extensión de terreno se están llevando a cabo los cálculos de su análisis.

En otro orden de cosas, el programa SIG *verdor* incorpora otras muchas utilidades para la creación de pequeños informes acerca del trabajo de

análisis que se esté llevando a cabo en todo momento, como es el caso de la edición de ficheros de texto y la posibilidad de imprimir la información obtenida. Hay que destacar que cada pantalla va equipada con un botón de ayuda rápida para realizar consultas inmediatas sobre cada actividad.

En lo referente a las características software, el manejo del programa es muy intuitivo y sencillo por estar programado en el estándar windows-95. Su código es rápido y portable ya que ha sido programado con uno de los compiladores de más reciente aparición en el mercado (*Borland C++ Builder*). La única dificultad consiste en la gran cantidad de información que tiene que procesar lo que se subsana mediante la ejecución directa desde CD-ROM.

8. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

Hemos presentado las líneas generales de funcionamiento de un sistema de información geográfica especialmente diseñado para el control y

Choice of terrain class			
ARTIFICIALS	AGRICULTURALS	FORESTS	GLOBALS
<input type="checkbox"/> Urbano continuo	<input type="checkbox"/> Tierras Secano	<input checked="" type="checkbox"/> Quejigales	<input checked="" type="checkbox"/> Raquedo
<input type="checkbox"/> Urbano discontinuo	<input type="checkbox"/> Herbáceos Rea.	<input checked="" type="checkbox"/> Laurisilva	<input checked="" type="checkbox"/> Xeroestepa
<input type="checkbox"/> Urbano laxo	<input type="checkbox"/> Zon. Irrigación	<input checked="" type="checkbox"/> Otras Perennifol	<input checked="" type="checkbox"/> Proceso erosion
<input type="checkbox"/> Urbanizaciones	<input type="checkbox"/> Rea. no clasificados	<input checked="" type="checkbox"/> Caducif. Rebollares	<input checked="" type="checkbox"/> Vea. escasa 1
<input type="checkbox"/> Industriales	<input type="checkbox"/> Arrozales	<input checked="" type="checkbox"/> Frondosas	<input checked="" type="checkbox"/> Vea. escasa 2
<input type="checkbox"/> Autooistas	<input type="checkbox"/> Viñedos	<input checked="" type="checkbox"/> Bosque frondosas	<input checked="" type="checkbox"/> Zonas quemadas
<input type="checkbox"/> Como.Ferrovianos	<input type="checkbox"/> Frutales no clas.	<input checked="" type="checkbox"/> Pináceas	<input checked="" type="checkbox"/> Nieve permanen.
<input type="checkbox"/> Zon. Portuarias	<input type="checkbox"/> Frutales secano	<input checked="" type="checkbox"/> Sabinares. Enebra	<input checked="" type="checkbox"/> Veg natural no clas
<input type="checkbox"/> Aeroportos	<input type="checkbox"/> Cítricos	<input checked="" type="checkbox"/> Coníferas no clas	<input type="checkbox"/> ARTIFICIALS
<input type="checkbox"/> Extrac. Minera	<input type="checkbox"/> Frutales tropical	<input checked="" type="checkbox"/> Bosque mixto	<input type="checkbox"/> AGRICULTURALS
<input type="checkbox"/> Escombreras	<input type="checkbox"/> Otros frutales rea.	<input checked="" type="checkbox"/> Pastizales Supraf.	<input checked="" type="checkbox"/> FORESTS
<input type="checkbox"/> En construcción	<input type="checkbox"/> Olivares	<input checked="" type="checkbox"/> Otros Pastizales	<input type="checkbox"/> MOISTURE SURF.
<input type="checkbox"/> Zon. Verdes Urb.	<input type="checkbox"/> Leñosos perman.	<input checked="" type="checkbox"/> Landas v matorral	<input type="checkbox"/> WATER SURFACES
<input type="checkbox"/> Instal. Deportivas	<input type="checkbox"/> Praderas	<input checked="" type="checkbox"/> Faval-Brezal	
<u>MOISTURE SUR.</u>		<input checked="" type="checkbox"/> Matorral no clas.	
<input type="checkbox"/> Humedales banta.	<input type="checkbox"/> Pastizales	<input checked="" type="checkbox"/> Material denso	
<input type="checkbox"/> Turberas	<input type="checkbox"/> Mosaico culti1	<input checked="" type="checkbox"/> Matorral poco denso	<u>WATER SURFACES</u>
<input type="checkbox"/> Marismas	<input type="checkbox"/> Mosaico culti2	<input checked="" type="checkbox"/> Matorral macarone	<input type="checkbox"/> Ríos v cauces
<input type="checkbox"/> Salinas	<input type="checkbox"/> Mosaico no clas.	<input checked="" type="checkbox"/> Vegeta. esclerofila	<input type="checkbox"/> Canales artificiales
<input type="checkbox"/> Zon. intermareales	<input type="checkbox"/> Terrenos Agricol	<input checked="" type="checkbox"/> Matorral boscoso	<input type="checkbox"/> Lagos v lagunas
	<input type="checkbox"/> Agroforestales	<input checked="" type="checkbox"/> Playas, dunas, arenale	<input type="checkbox"/> Embalses
			<input type="checkbox"/> Lagunas costeras
			<input type="checkbox"/> Estuarios
			<input type="checkbox"/> Mares y océanos

Figura 7. Leyenda de las clases del suelo . @sig verdor.

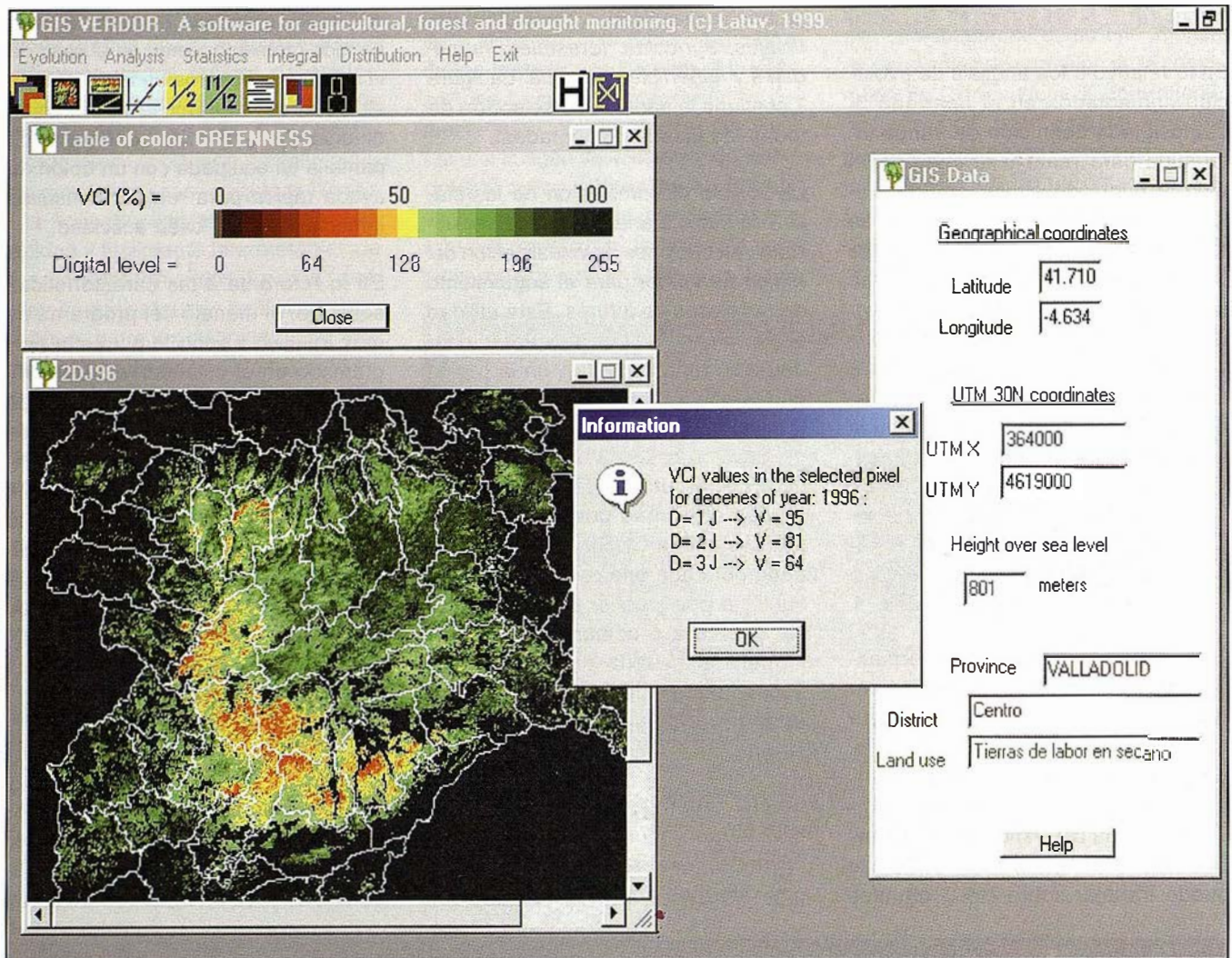


Figura 8. Opciones de visualización de ciertas clases, elección de paleta de color, elementos SIG y obtención de información de la imagen. ©sig verdor.

seguimiento de la evolución de la vegetación. Su importancia radica en dos aspectos fundamentales:

1. El acceso rápido a una gran cantidad de información procesada en nuestro laboratorio de teledetección durante 6 años consecutivos.
2. La incorporación de herramientas visuales para controlar la evolución de la vegetación referenciándola a datos como la comarcalización agraria de la práctica totalidad de España y el mapa de ocupación del suelo, principalmente.

Una de las mejoras inmediatas del software será la introducción de datos más pormenorizados del terreno

como es la distribución de los municipios dentro de cada comarca analizada. Igualmente estamos concluyendo en otras herramientas de cara al análisis de la sequía como son los procesos de análisis de las imágenes incluyendo factores de varianza para la discriminación de zonas degradadas.

El software presentado se encuentra en fase de desarrollo continuo, de manera que se van incorporando constantemente nuevas herramientas investigadas de forma independiente en nuestro laboratorio. El punto más importante del programa es que está siendo creado por profesionales del campo de la teledetección más que por personal desvinculado

de dichas actividades. Por ello se espera que aproveche al máximo las potencialidades de la teledetección como herramienta de apoyo para trabajos relacionados con la evolución de la vegetación.

9. REFERENCIAS

- Burgan, R.E., 1993. Monitoring vegetation greenness with satellite data. USDA Forest service, INT-297, Ogden.
- Florez, M., Calle, A., y Casanova, J.L., 1997. Integración de fuentes de distinta resolución espacial: imágenes de satélite NOAA y mapa de ocupación CORINE. Revista MAPPING. Nº39, Julio 1997, pp 14-16.

con **Proyección** mundial

Treinta años de presencia permanente en el mercado han convertido a AZIMUT S.A. en una de las empresas más experimentadas del sector. A lo largo de estos años, AZIMUT, S.A. ha colaborado en el proceso de desarrollo cartográfico de nuestro país, participando en la mayoría de los trabajos de Confección Cartográfica, Obra Civil, Agronomía, Catastro, Teledetección o cualquiera de aquellas actividades en las que fuera necesario un sensor aeroportado.

Desde sus inicios AZIMUT, S.A. ha ido incorporando y aplicando la tecnología de vanguardia a la realización de vuelos fotogramétricos tradicionales. Este espíritu de constante innovación, unido a la experiencia y reconocida profesionalidad del equipo humano que la compone, garantiza la calidad de los trabajos encomendados.

Para AZIMUT, S.A., el objetivo es cumplir las expectativas de sus clientes aplicando los más avanzados medios tecnológicos.

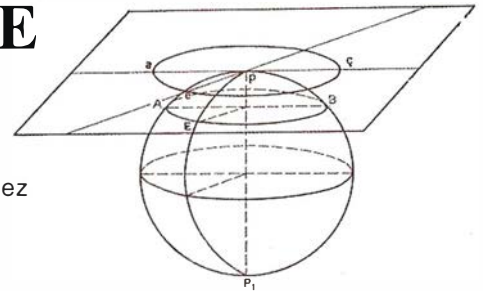
Bocangel, 28 1º. 28028 Madrid

Tel: 91 726 25 09 - Fax: 91 725 78 08

e-mail: azimut@ctv.es



DISEÑO Y SIMULACIÓN DE REDES DE FOTOGRAMETRÍA CONVERGENTE MEDIANTE AUTOCALIBRACIÓN



Javier Cardenal Escarcena, Jorge Delgado García y Santiago García López
Dpto. de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría.
Escuela Politécnica Superior. Universidad de Jaén

1. INTRODUCCIÓN

Las precisiones finales que se pueden obtener en cualquier trabajo de fotogrametría de objeto cercano dependen muy estrechamente tanto de la instrumentación y metodología, como de las actuaciones previas de planificación y diseño de la red de trabajo. En estereofotogrametría convencional (ejes ópticos paralelos y perpendiculares a una base, bien aérea o terrestre) las opciones de diseño son muy limitadas, aunque bien definidas y conocidas. Éstas se refieren, principalmente, a la elección de la escala de la fotografía, la relación base/distancia adecuada y una distribución y medida apropiadas de los puntos de control (Wolf, 1983 y Lodeiro 1995). Por el contrario, cuando se emplea fotogrametría de objeto cercano con bloques de fotografías convergentes, el diseño de la red de trabajo debe contemplar o resolver un mayor número de cuestiones, algunas ciertamente difíciles de conocer a priori, como por ejemplo (Fraser, 1989):

- ¿Cuál debe ser la geometría de la red? Es decir, definir la orientación relativa entre las distintas cámaras y el objeto. Se refiere, principalmente, a los ángulos de convergencia.
- ¿Cuántas estaciones de disparo se necesitan? A mayor número de rayos homólogos que intersecten en un punto, mayor redundancia del sistema de ecuaciones, si bien hasta cierto límite.
- ¿Cuál debe ser la escala de la fotografía? Conviene indicar que en

fotogrametría convergente en distancia cercana la escala puede variar ampliamente dentro del campo fotográfico.

- Si se emplean los modelos matemáticos de ajuste de haces o autocalibración, donde no es necesario un apoyo topográfico previo, ¿qué método se puede emplear para definir el sistema de referencia donde se va a calcular la triangulación?
- La geometría de la fotografía debe cumplir los requisitos de profundidad de campo, de forma que todos los puntos a medir aparezcan nítidos
- ¿Qué puntos a medir aparecen y en cuáles fotografías?
- ¿La geometría de la red cumple los requisitos para una adecuada convergencia de los sistemas de ecuaciones?

Dado lo imprevisible de los resultados finales, en función del número de fotografías, de los ángulos de convergencia, de la complejidad del objeto a estudiar o del modelo matemático empleado (colinealidad, ajuste de haces, autocalibración o DLT), entre otros muchos aspectos, un análisis previo de los errores que se pueden cometer no es sencillo. De hecho, por lo general, este tipo de estudios se realiza mediante simulación y esquemas similares a los empleados para la optimización y diseño de redes geodésicas (ver Fraser, 1984, 1996 y Mason, 1995 para una información más extensa).

En este trabajo, se presenta un método para la simulación y análisis de errores

en fotogrametría de objeto cercano basado en el modelo matemático de autocalibración, el cual permite el empleo de cámaras no métricas. La primera fase del estudio comprende la simulación de las fotografías y, posteriormente, una vez resuelta la autocalibración del bloque de fotografías, se analiza la matriz de varianza-covarianza con el fin de estimar los errores (desviaciones típicas) de las coordenadas calculadas. En el caso de fotogrametría industrial existen en el mercado programas comerciales que abordan el tema de la simulación de redes (sistemas STARS y V-STARS de *Geodetic Services Inc.*, o el sistema RolleiMetric de *Rollei Fototechnic*). A diferencia de lo que sucede con estos sistemas, muy sofisticados y caros, el estudio que se presenta a aquí puede realizarse con ayuda de una simple hoja de cálculo y programa de dibujo asistido (para la etapa de simulación de fotografías y generación de aproximaciones iniciales) y algún lenguaje de programación (tipo FORTRAN, C o IDL, por ejemplo) para la etapa de cálculo de la triangulación.

2. SIMULACIÓN DE UNA RED DE FOTOGRAMETRÍA DE OBJETO CERCANO

Para poder realizar una simulación de una red fotogramétrica y aplicar el modelo matemático de autocalibración será necesario disponer y/o generar cierta información previa. Esta información previa se puede adquirir a partir cierto conocimiento, sólo aproximado,

del objeto a fotografiar y su entorno (necesario para estudiar posibles estaciones de disparo). Los parámetros requeridos son:

- Datos de orientación interna de la cámara (aproximados si se trata de una cámara no métrica): distancia principal, punto principal, distorsión del objetivo y formato de la imagen (130x180, 60x60 ó 24x36 mm, por ejemplo).
- Información espacial del objeto (coordenadas espaciales de puntos característicos): no debe ser necesariamente detallada. En ocasiones, pueden bastar unas coordenadas aproximadas de un poliedro que envuelva al objeto.
- Datos de orientación externa de las fotografías: coordenadas de las estaciones de disparo (pueden obtenerse a partir de un croquis previo del objeto y su entorno) y rotaciones (ω , ϕ y κ).
- Desviaciones típicas de todas las observaciones simuladas: son necesarias para elaborar las matrices de pesos y para añadir los previsibles errores aleatorios a tales observaciones.
- Fotocoordenadas simuladas de los puntos fotografiados. Además de un dato básico para las ecuaciones de colinealidad, aquellas serán necesarias para saber si los puntos simulados están o no dentro del campo fotográfico.

2.1 Simulación de las fotografías

El algoritmo para la simulación de fotografías está basado en un trabajo previo de Shih (1996). Este algoritmo, diseñado para fotogrametría terrestre, se basa en la forma lógica e intuitiva de fotografiar un objeto cualquiera. Al realizar una fotografía con la cámara sostenida a mano o sobre un trípode, la tendencia, por lo general, será apuntar y enfocar hacia el centro del objeto, mientras éste se mantiene encuadrado en el visor. Esta es la idea para desarrollar un algoritmo que, junto a

las ecuaciones de colinealidad, permita simular una fotografía. Para ello se debe fijar primero el centro proyectivo de la fotografía (el punto de disparo) y el punto del objeto al que se apunta (puede ser el centro del objeto). Con ello queda fijada la dirección del eje óptico (eje z imagen). En esta disposición se suponen el eje Z terreno vertical y el plano XY horizontal (figura 1). Si el eje z imagen (eje óptico) se fija al apuntar al centro del objeto, y la fotografía se encuadra, ello implica que el eje x imagen será paralelo al plano terreno XY (horizontal). A partir de esta información, se puede encontrar una matriz de rotación que relacione los dos sistemas de coordenadas (terreno e imagen). Esta matriz de rotación se puede basar en los cosenos directores de los distintos ejes (Ghosh, 1987). Así:

$$M = \begin{pmatrix} \cos xX & \cos xY & \cos xZ \\ \cos yX & \cos yY & \cos yZ \\ \cos zX & \cos zY & \cos zZ \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p & q & r \\ u & v & w \\ l & m & n \end{pmatrix} \quad (1)$$

Matemáticamente, con los cosenos directores del eje óptico y si se fuerza al eje x imagen a ser horizontal (perpendicular a Z), se puede encontrar una solución a esta matriz de rotación. Para ello, se tienen las coordenadas del centro proyectivo (X_0, Y_0, Z_0) y del centro del objeto (X_{c0}, Y_{c0}, Z_{c0}). Los cosenos directores del eje óptico (l,m,n) definen la tercera línea de la matriz de rotación mediante:

$$l = (X_{c0} - X_0) / [(X_{c0} - X_0)^2 + (Y_{c0} - Y_0)^2 + (Z_{c0} - Z_0)^2]^{0.5} \quad (2a)$$

$$m = (Y_{c0} - Y_0) / [(X_{c0} - X_0)^2 + (Y_{c0} - Y_0)^2 + (Z_{c0} - Z_0)^2]^{0.5} \quad (2b)$$

$$n = (Z_{c0} - Z_0) / [(X_{c0} - X_0)^2 + (Y_{c0} - Y_0)^2 + (Z_{c0} - Z_0)^2]^{0.5} \quad (2c)$$

Si los cosenos directores del eje x imagen son (p,q,r) y se supone tal eje horizontal (paralelo al plano XY y perpendicular al eje Z), el elemento r ($\cos xZ$) será igual a 0. Además, debido a que los ejes x imagen y z imagen son perpendiculares entre sí:

$$pAl + qAm + rAn = 0 \quad (\text{siendo } rAn = 0);$$

$$p \cdot l + q \cdot m + r \cdot n = 0 \quad (\text{siendo } r \cdot n = 0); \quad (3a)$$

y dado que la matriz de rotación es una matriz ortogonal, la suma de los cua-

drados de los elementos de cualquier fila o columna es igual a la unidad:

$$p^2 + q^2 + r^2 = 1 \quad (\text{siendo } r^2=0); \quad (3b)$$

por tanto, se tendrá que:

$$p = \frac{m}{\sqrt{m^2 + l^2}}; \quad q = \frac{-l}{\sqrt{m^2 + l^2}} \quad (4)$$

En ambos casos se toma el valor positivo de la raíz. Quedan por calcular los cosenos directores del eje y imagen con respecto al sistema terreno. Así, se puede definir el producto vectorial:

$$(u, v, w) = (l, m, n) \times (p, q, 0) \quad (5)$$

La segunda fila de la matriz de rotación (se toman también los valores positivos de las raíces) queda definida:

$$u = \frac{lm}{\sqrt{l^2 + m^2}}; \quad v = \frac{mn}{\sqrt{l^2 + m^2}}; \quad w = \frac{-(l^2 + m^2)}{\sqrt{l^2 + m^2}} \quad (6)$$

Y la matriz de rotación:

(7)

$$M_{l,m,n} = \begin{pmatrix} \frac{m}{\sqrt{l^2 + m^2}} & \frac{-l}{\sqrt{l^2 + m^2}} & 0 \\ \frac{lm}{\sqrt{l^2 + m^2}} & \frac{mn}{\sqrt{l^2 + m^2}} & \frac{-(l^2 + m^2)}{\sqrt{l^2 + m^2}} \\ l & m & n \end{pmatrix}$$

A partir de las matrices de rotación para cada una de las estaciones de disparo (basta sólo conocer l, m y n en cada una de ellas) se pueden calcular fotocoordenadas de los puntos del objeto mediante las ecuaciones de colinealidad y un valor de distancia focal apropiado:

$$x_i = -c_j \cdot \frac{m_{11}(X_i - X_{0j}) + m_{12}(Y_i - Y_{0j}) + m_{13}(Z_i - Z_{0j})}{m_{31}(X_i - X_{0j}) + m_{32}(Y_i - Y_{0j}) + m_{33}(Z_i - Z_{0j})}$$

$$y_i = -c_j \cdot \frac{m_{21}(X_i - X_{0j}) + m_{22}(Y_i - Y_{0j}) + m_{23}(Z_i - Z_{0j})}{m_{31}(X_i - X_{0j}) + m_{32}(Y_i - Y_{0j}) + m_{33}(Z_i - Z_{0j})} \quad (8)$$

Donde:

(x_i, y_i) : coordenadas imagen teóricas del punto i .

(X_i, Y_i, Z_i) : coordenadas espaciales del punto i .

(X_0, Y_0, Z_0) : coordenadas espaciales del punto de vista de la fotografía j .

$m_{11}, m_{12}, \dots, m_{33}$: elementos de la matriz de rotación.

c_j : distancia principal de la cámara j .

Además, una vez simuladas las fotografías, se puede comprobar rápidamente, en función del formato, si el objeto aparecerá o no entero en la fotografía. Se puede comprobar fácilmente si, por ejemplo, en una cámara de 35 mm las fotocoordenadas simuladas están fuera del rango de ± 18 y ± 12 mm para x_i e y_i respectivamente. Estas fotocoordenadas se pueden representar gráficamente para una visualización más sencilla. Las fotocoordenadas calculadas, una vez fijados el objeto, el punto al cual se apunta y la distancia principal, sólo dependerán de los cosenos l , m y n . Éstos, a su vez, dependerán sólo de las coordenadas de los puntos de disparo. Se pueden explorar de forma fácil varias situaciones hasta encontrar aquellas fotografías cuyas geometrías sean más idóneas. En las figuras 2 y 3 se representan un objeto (un edificio) y cuatro fotografías (realizadas con una cámara de 35 mm) simuladas con el algoritmo usado en este trabajo.

Este algoritmo se puede adaptar con éxito a otras necesidades no contempladas por Shih (1996), como, por ejemplo, otra disposición de los ejes terreno que, por conveniencia, hagan que el plano XZ sea horizontal y el eje Y vertical. En este caso, el coseno director q sería 0 y habría que recalcular el resto de los elementos.

El siguiente paso, una vez estimadas las fotocoordenadas teóricas de los puntos del objeto, sería añadir los errores sistemáticos (principalmente distorsión, referencia al punto principal, etc.) para realizar la simulación en una situación más realista. Si la cámara es métrica se debe consultar el certificado de calibración para evaluar la magnitud de tales errores. Pero, si la cámara es no métrica puede convenir una estimación previa de estos errores por

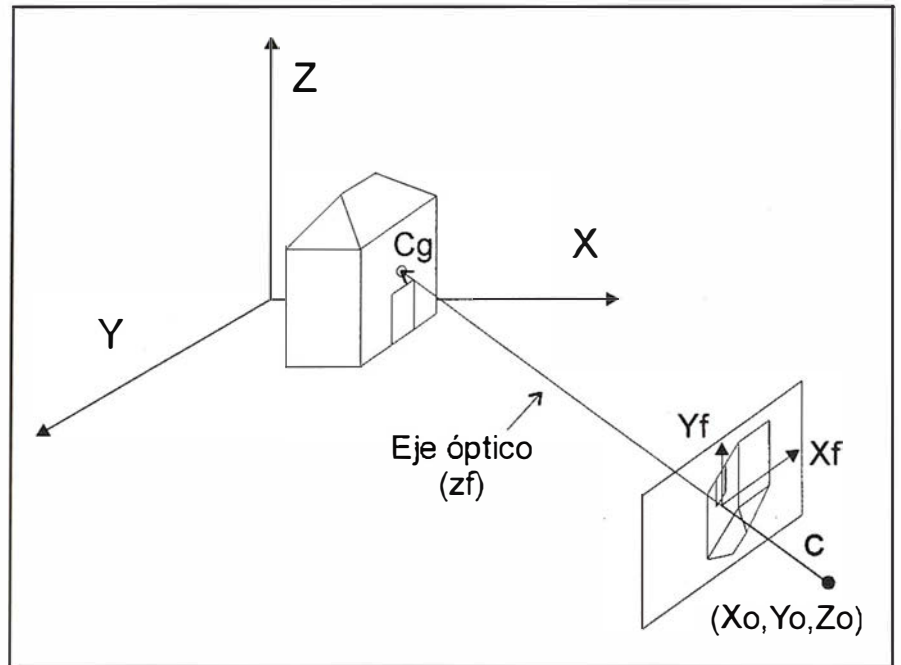


Figura 1

algún método sencillo (calibración in situ, método de las líneas rectas, etc; ver Karara, 1989, para más información). Pero mayor incertidumbre e influencia sobre los resultados de la simulación existe al añadir errores aleatorios. De hecho, habrá que tener en cuenta la instrumentación, formato de la cámara y métodos empleados. La situación más favorable será aquella en la que, gracias a la instrumentación y métodos empleados, las fuentes de error hayan sido minimizadas. Este es el caso de la fotogrametría industrial, donde la magnitud de estos errores puede ser inferior a ± 1 m para x_y (Fraser, 1993). En una combinación de cámara métrica de formato medio o grande y restituidor analítico los errores aleatorios pueden alcanzar del orden de ± 5 m. Por otro lado, si se utiliza una cámara no métrica y con instrumentación no convencional los errores serán sensiblemente superiores (Faig et al., 1990).

2.2. Autocalibración

Para la resolución del bloque de fotografías se ha empleado el modelo matemático de autocalibración. Este modelo resuelve de forma simultánea en un ajuste de haces los parámetros externos de cada una de las fotografías, los parámetros internos de la cámara o cámaras empleadas y las coordenadas

espaciales de los puntos triangulados. Este modelo, derivado a partir de las ecuaciones de colinealidad, es parecido al modelo de ajuste de haces convencional (Wong, 1980), pero ampliado para incluir los parámetros internos de la cámara. Así, para un punto i medido en una fotografía j se pueden desarrollar las siguientes ecuaciones de colinealidad:

$$\begin{aligned} (x_i - x_0) \cdot (1 - K_1 r^2 - K_2 r^4 - \dots) - \Delta x_i &= -c_j \frac{m_{11}(X_i - X_0) - m_{12}(Y_i - Y_0) + m_{13}(Z_i - Z_0)}{m_{31}(X_i - X_0) + m_{32}(Y_i - Y_0) + m_{33}(Z_i - Z_0)} \\ (y_i - y_0) \cdot (1 - K_1 r^2 - K_2 r^4 - \dots) - \Delta y_i &= -c_j \frac{m_{21}(X_i - X_0) + m_{22}(Y_i - Y_0) + m_{23}(Z_i - Z_0)}{m_{31}(X_i - X_0) + m_{32}(Y_i - Y_0) + m_{33}(Z_i - Z_0)} \end{aligned} \quad (9)$$

Donde:

(x_i, y_i) : coordenadas imagen del punto i ; (x_0, y_0) : coordenadas del punto principal.

$$r = [(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2]^{0.5}$$

(X_i, Y_i, Z_i) : coordenadas espaciales del punto i

(X_0, Y_0, Z_0) : coordenadas espaciales del punto de vista de la fotografía j .

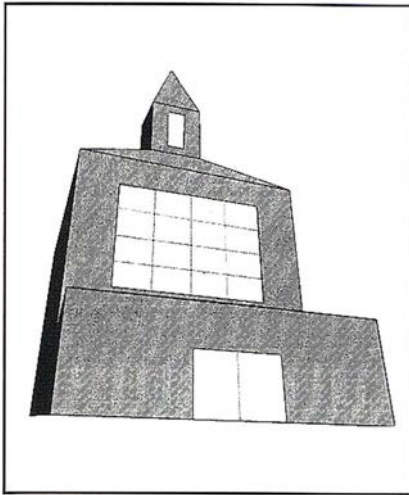


Figura 2

$m_{11}, m_{12}, \dots, m_{33}$: elementos de la matriz de rotación.

K_1, K_2, \dots : coeficientes de distorsión radial simétrica.

x_i, y_i : corrección de la distorsión de descentramiento (coeficientes P_1 y P_2 ; ver Ghosh, 1987).

c_j : distancia principal de la cámara j .

Si se agrupan todas las ecuaciones de colinealidad que generan todos los puntos en todas las fotografías, más otras ecuaciones de observación de parámetros externos, puntos espaciales (puntos de apoyo) y parámetros internos (si se dispone del certificado de calibración), se puede obtener el modelo matemático de autocalibración:

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ v_1 \\ v_2 \\ v_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B_1 & B_2 & B_3 \\ -I & 0 & 0 \\ 0 & -I & 0 \\ 0 & 0 & -I \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta_1 \\ \Delta_2 \\ \Delta_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \epsilon_3 \end{bmatrix} \quad (10)$$

Donde:

a) Matriz de residuos:

v_i : residuos de fotocoordenadas;
 v_1 : residuos de parámetros externos;
 v_2 : residuos de puntos de apoyo (v_x, v_y, v_z), v_3 : residuos de parámetros internos.

b) Matriz de coeficientes de las ecuaciones de colinealidad:

B: Derivadas parciales de la función respecto de las incógnitas. Los subíndices 1, 2 y 3 hacen referencia a los coeficientes de los

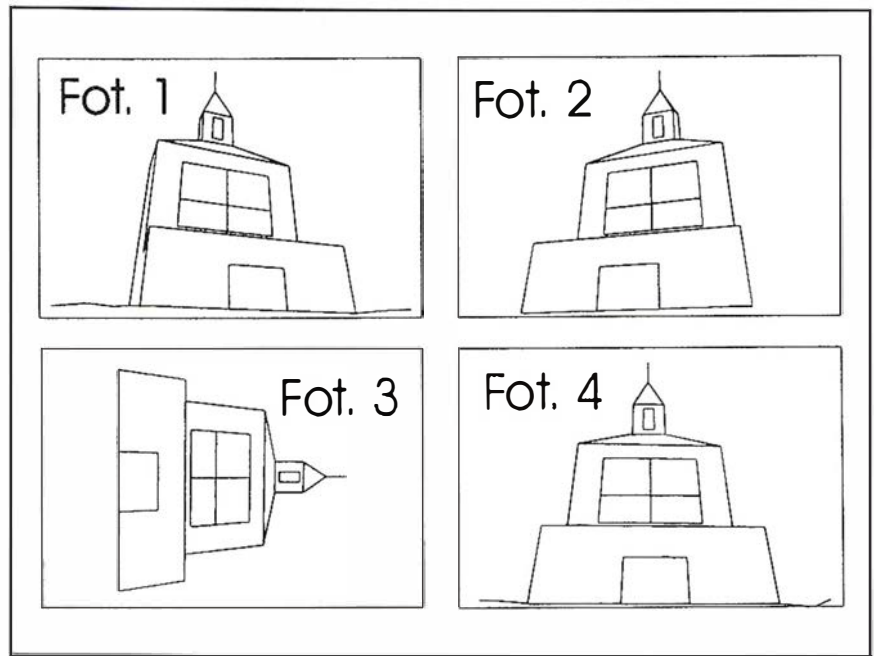


Figura 3

parámetros externos, coordenadas espaciales y parámetros internos respectivamente.

-I: matrices identidad negativas.

c) Matriz de incógnitas

Δ : 1 Correcciones a las aproximaciones iniciales de los parámetros externos ($\delta\omega, \delta\phi, \delta\kappa, \delta X_0, \delta Y_0, \delta Z_0$); 2 Correcciones a las aproximaciones iniciales de las coordenadas espaciales ($\delta X_i, \delta Y_i, \delta Z_i$); 3 Correcciones a las aproximaciones iniciales de los parámetros internos ($\delta c, \delta x_0, \delta y_0, \delta K_1, \delta K_2, \dots, \delta P_1, \delta P_2$)

d) Matriz de vectores discrepancia (valores calculados menos valores medidos)

ϵ_i : fotocoordenadas, ϵ_1, ϵ_2 y ϵ_3 : diferencias entre datos estimados y datos observados en parámetros externos, puntos de apoyo y parámetros internos, respectivamente.

Todas las incógnitas son resueltas en un ajuste simultáneo por mínimos cuadrados. Lógicamente, sólo se escribirán aquellas ecuaciones de observación para las que existe un valor medido. Se ha implementado bajo IDLT¹ una rutina que permite resolver la autocalibración del bloque de fotografías. Este programa (AUTOCAL, Cardenal y Rico, 1999) permite incorporar hasta cinco coeficientes de distorsión (K_1, K_2, K_3, P_1 y P_2) jun-

to con las coordenadas del punto principal y la constante de la cámara. También tiene implementada una opción de bloques invariables, por lo que se pueden resolver diferentes bloques de fotografías, cada uno de ellos con diferentes parámetros internos. Distintos autores han observado que, para cámaras no métricas de formato pequeño, la distorsión queda bien representada mediante un sólo coeficiente de distorsión radial (K_1), sin que influyan de forma significativa fenómenos de distorsión de descentramiento. Los ajustes en este trabajo se han realizado considerando sólo la distancia principal, las coordenadas del punto principal y K_1 . No se han tenido en cuenta parámetros adicionales que den cuenta de errores sistemáticos irregulares (deformaciones no lineales, falta de planeidad, etc.).

Resolver este modelo requiere una considerable potencia de cálculo, así como rutinas óptimas para trabajar con sistemas de ecuaciones lineales con un gran número de coeficientes nulos (Asparse arrays@). Así, este programa resuelve el sistema de ecuaciones de autocalibración mediante el método del gradiente biconjugado iterativo (Press et al., 1986). El número de ecuaciones normalizadas que se generan es de $(6Am) + (3An) + (\alpha ANB)$, siendo:

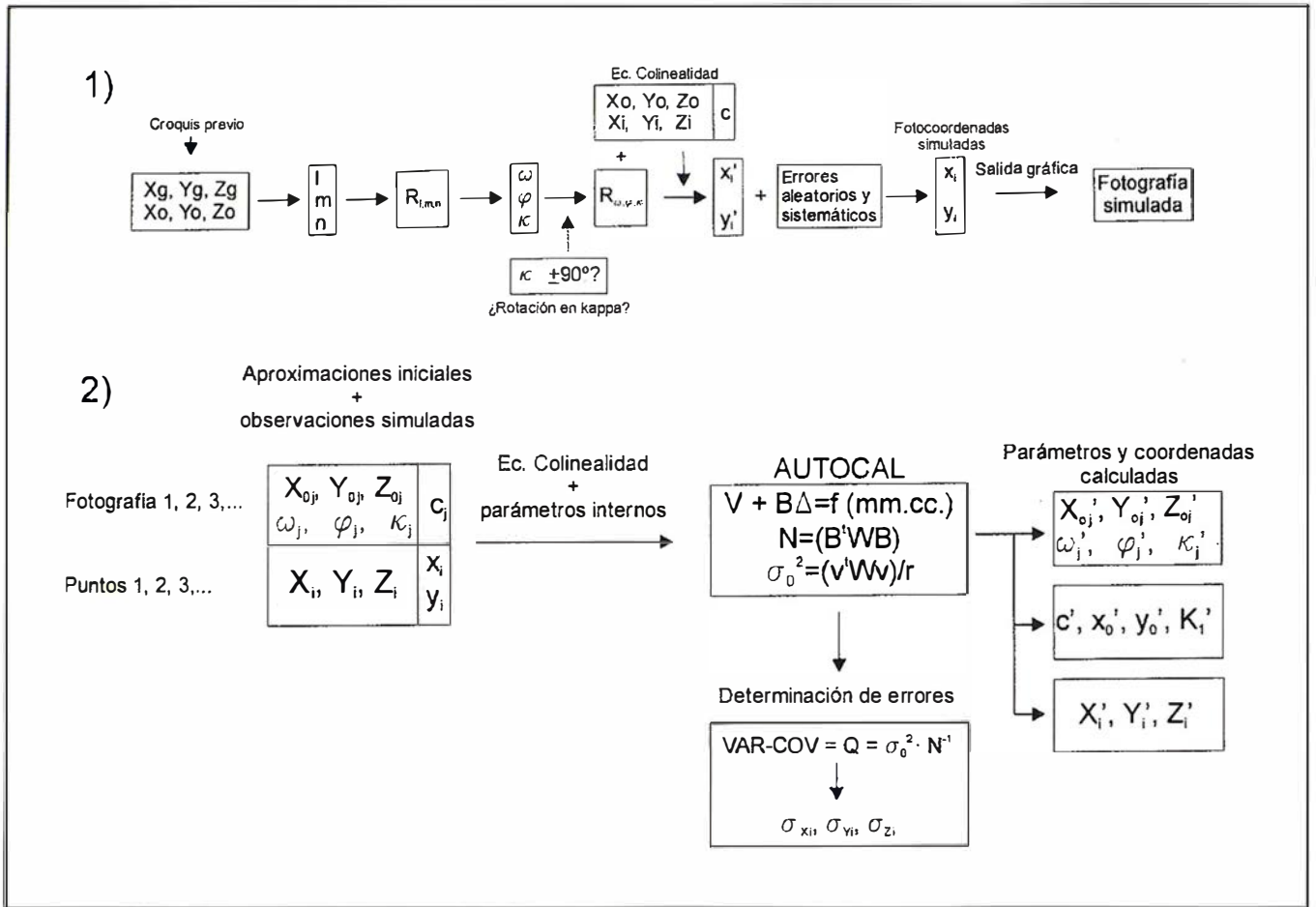


Figura 4

$$\begin{bmatrix} (B_1^T W_1 B_1) + W_1 & (B_1^T W_1 B_2) & (B_1^T W_1 B_3) \\ (B_1^T W_1 B_2)^T & (B_2^T W_2 B_2) + W_2 & (B_2^T W_2 B_3) \\ (B_1^T W_1 B_3)^T & (B_2^T W_2 B_3)^T & (B_3^T W_3 B_3) + W_3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta_1 \\ \Delta_2 \\ \Delta_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_1^T W_1 \varepsilon_1 - W_1 \varepsilon_1 \\ B_2^T W_2 \varepsilon_2 - W_2 \varepsilon_2 \\ B_3^T W_3 \varepsilon_3 - W_3 \varepsilon_3 \end{bmatrix} \quad (11)$$

- m: el número de fotografías (multiplicado por seis parámetros de orientación).
- n: el número de puntos a triangular (por tres coordenadas, X,Y,Z).
- a: el número de parámetros internos (4, en este caso).
- NB: número de bloques para los que cabe suponer una alteración de los parámetros internos.

La estructura del sistema de ecuaciones normalizadas de autocálculo es bien conocida y responde a la ecuación 11.

Donde W_1, W_2 y W_3 son las matrices de pesos de fotocoordenadas,

parámetros externos, coordenadas de puntos de control y parámetros internos, respectivamente. Para resolver el bloque de fotografías, sólo se precisa de la información necesaria para definir el sistema de referencia. Este sistema, si no se especifica nada más, puede ser arbitrario y no requerir de ningún tipo de control externo (puntos de apoyo). Un sistema de referencia para su definición precisa: la orientación (definida por tres giros), la posición (tres traslaciones) y la escala. Una forma sencilla de resolver este problema de definición del datum consiste en seleccionar tres puntos no colineales ampliamente separados

entre sí. A uno de ellos se le considera el origen de coordenadas (0,0,0), lo cual fija la posición en el espacio del datum. Al segundo, se le puede asignar, arbitrariamente, las coordenadas (1,0,0). De esta forma queda fijada la dirección del eje X y la escala del sistema de referencia. Finalmente, el tercer punto puede ser fijado en una coordenada, Z por ejemplo, de forma que sea 0. Quedaría, pues, establecido el plano XY y perpendicular a él, pasando por el punto 1, se situaría el eje Z. La triangulación se resuelve en este sistema de coordenadas arbitrario. En caso de conocer una dimensión en el objeto el resultado se ajusta en escala, por lo que el objeto se calcula en tamaño y forma sin necesi-

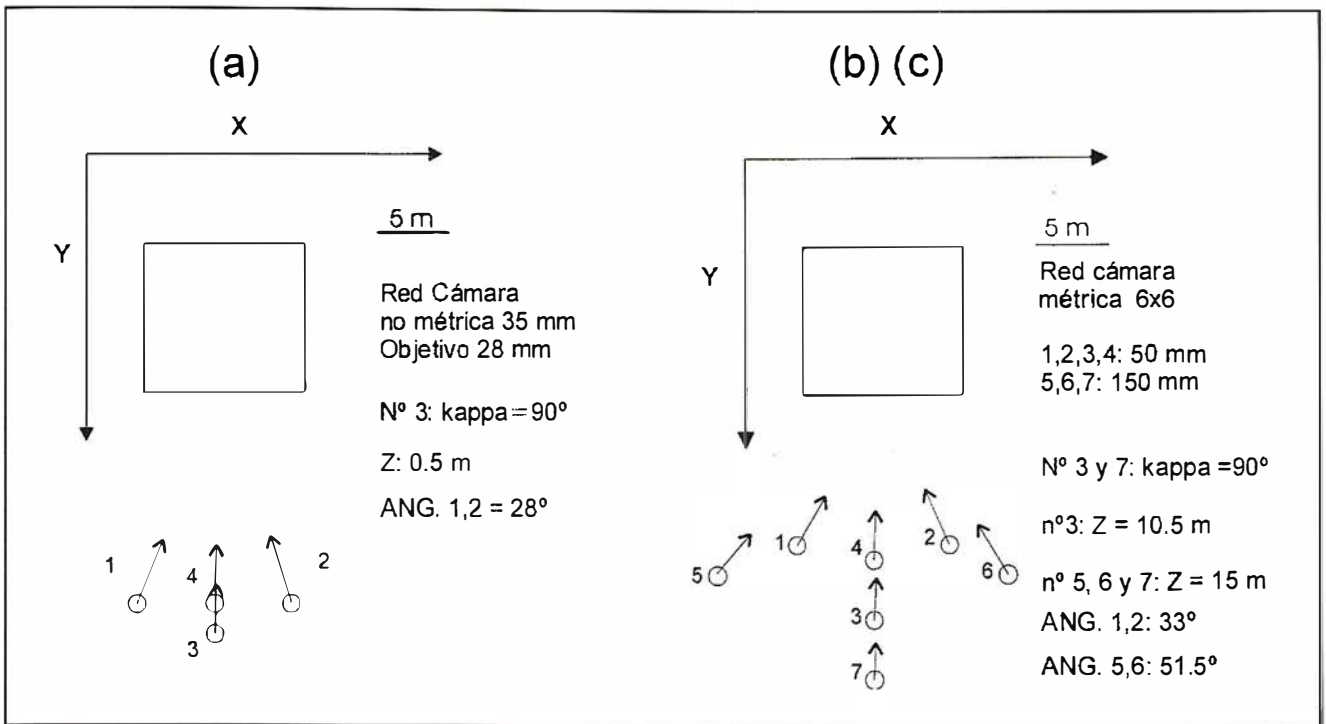


Figura 5

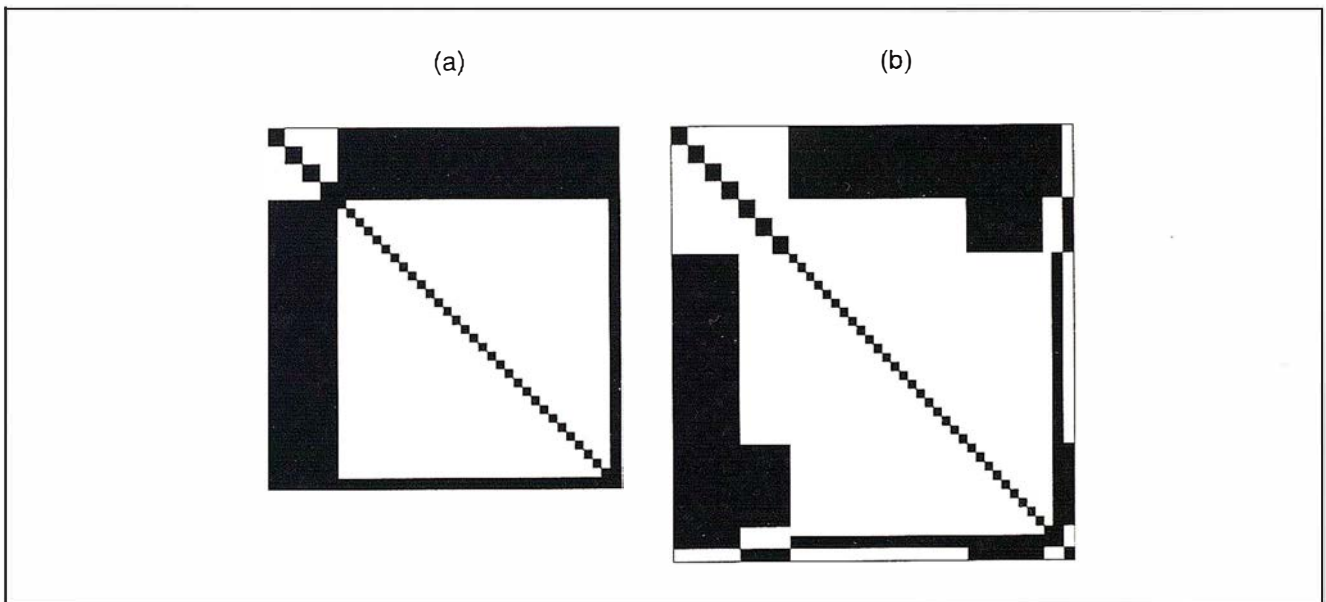


Figura 6

dad de control externo previo de puntos de apoyo.

La ventaja de usar el modelo de autocalibración es que, al incluir los parámetros internos, no es necesario el uso de una cámara calibrada. De hecho, los parámetros de calibración se conocerán al final del ajuste. Pero, si se conocen algunos datos de calibración, al igual que de puntos de apoyo o da-

tos de orientación externa, éstos pueden ser incluidos, con su peso adecuado, en las ecuaciones de observación y contribuir al ajuste.

2.3. Aproximaciones iniciales

Como es habitual en fotogrametría, el modelo de autocalibración parte de las ecuaciones de colinealidad que deben

ser previamente linealizadas. El método empleado suele ser la aplicación de series de Taylor, para lo cual es necesario proporcionar aproximaciones iniciales a todas las incógnitas y observaciones realizadas. Como observaciones, en este caso, se disponen de las coordenadas imagen simuladas (afectadas de errores aleatorios y sistemáticos). No se van emplear puntos de control, ya que, como se ha in-

dicado, el ajuste se realizará con el control mínimo indispensable (siete coordenadas conocidas). Y como aproximaciones iniciales se tienen:

- Coordenadas espaciales de puntos del objeto: se emplean las mismas usadas para simular las fotografías, de las que se seleccionan tres puntos que definan el datum de referencia.
- Coordenadas de los puntos de vista: se emplean las mismas usadas para estimar los valores l , m y n de cada fotografía.
- Rotaciones de los tres ejes: es necesario estimarlas, ya que el programa AUTOCAL, trabaja con la matriz de rotación basada en las funciones trigonométricas de los tres giros básicos ω , ϕ y κ (ver Ghosh, 1987). Aquí pueden existir problemas al ser necesario ajustar el cuadrante, signo y valor numérico de estos giros con cierta precisión. De lo contrario, el sistema de ecuaciones puede no converger.

A partir de la matriz de rotación basada en los cosenos directores se pueden encontrar tres valores de ángulos que satisfagan dicha matriz. Sin embargo, la descomposición de una matriz de rotación en sus elementos angulares debe ser realizada con precaución (Shih, 1990 y Dewitt, 1996). En efecto, para una matriz de rotación del tipo $R_{\omega\phi\kappa}$, κ se puede obtener de los elementos m_{11} y m_{21} . Para ello, se divide m_{21} por m_{11} y luego se toma el arcotangente. Sin embargo, existe una ambigüedad porque tanto el ángulo κ como $\kappa \pm \pi$ pueden satisfacer la función de arcotangente. Esta indeterminación se puede resolver con la exploración del círculo completo mediante la función ATAN2 de cualquier lenguaje de programación (Fortran, C, IDL o, incluso, una hoja de cálculo convencional). Para valores de ϕ entre $\pm 90^\circ$, se tiene que:

$$\kappa = \text{ATAN2}(-m_{21}, m_{11}) \quad (12a)$$

$$\phi = \text{ATAN2}(m_{31}, m_{11}/\cos\kappa) \quad (12b)$$

$$\omega = \text{ATAN2}(-m_{32}, m_{33}) \quad (12c)$$

Una vez obtenidos los valores de ω , ϕ y κ , se pueden realizar modificaciones a cualquiera de esos ángulos. Especialmente, el ángulo kappa puede ser modificado en $\pm 90^\circ$ para convertir el formato apaisado en vertical o viceversa y, con ello, rehacer la matriz de rotación y recalculan las nuevas fotocoordenadas de los puntos, si procede. Finalmente, todas las observaciones y aproximaciones iniciales simuladas son incorporadas en el programa AUTOCAL. Una vez terminada la auto-



calibración, el análisis de la matriz de varianza-covarianza proporcionará una medida de los errores de estimación en el cálculo de las coordenadas espaciales. El esquema del flujo de trabajo aparece en la figura 4.

Este trabajo se completa con un ejemplo de simulación y estimación de los errores de varias redes de trabajo convergentes. En la figura 2 se ha representado la fachada de un edificio, cuyos rasgos generales se suponen extraídos de un trabajo previo de campo. Sus dimensiones son del orden de unos 11 m de ancho por 28 m de alto. Se van a plantear tres posibles estudios fotogramétricos de esta fachada. En los tres casos se analizarán redes convergentes, por lo que no va ser necesaria la visión estereoscópica. Podría ser, por ejemplo, un estudio de precisión acerca de la estabilidad o deformaciones en la fachada, donde lo que se van a analizar son posibles movimientos de puntos discretos preseñalizados. Se trata de averiguar cuál será la magnitud de los desplazamientos que podremos detectar de forma significativa de acuerdo con la metodología e instrumentos que se empleen.

Así, en una primera red de trabajo se usará una cámara no métrica de paso universal (35 mm) y un objetivo gran angular (28 mm). En estas condiciones, se asumen determinados errores, ya que se van a emplear equipos de bajo coste. Para la instrumentación puede

elegirse entre medidas sobre ampliaciones en papel (Cardenal, et al., 1999) o directamente sobre una imagen digital, previamente escaneada (Romero et al., 1998). En ambos casos, la orientación interna se realiza, como es habitual cuando no existen marcas fiduciales, mediante medida o cálculo de las esquinas (ver Cardenal, et al., 1999). Dado que va a ser un ejemplo de bajo coste, no se utilizan estructuras ni andamios, ni se realiza una planificación especial de las tomas. Por ello, la toma de fotografías se hace desde el mismo pavimento y se procura que la fachada aparezca completa. Se realizan tres tomas convergentes (izquierda, derecha y centro). El ángulo de convergencia entre las tomas extremas es moderado (entre 25-30°) y las distancias de disparo son del orden de 15 m (figura 5a). Adicionalmente, se realiza una cuarta toma desde una posición frontal, pero girada 90° con respecto a la anterior. Con esta actuación se proporciona mayor robustez al sistema de ecuaciones de autocalibración, ya que hay una mayor seguridad en la recuperación de los parámetros internos, especialmente el punto principal (ver Brown, 1989). Las fotografías aparecen en la figura 3. Se ha asignado un error de coordenadas imagen de ± 0.04 mm. Este error se ha estimado de acuerdo con datos propios y otros estudios previos de Faig et al. (1990) y Warner y Andersen (1992) sobre medidas en ampliaciones en papel. Además, este error también sería coherente, en caso de realizar medidas sobre una imagen digital escaneada a una resolución habitual de trabajo entre 600-1200 ppp, es decir, 1 ó 2 veces el tamaño del píxel.

En estas condiciones, se realiza un análisis de la matriz de varianza-covarianza (la figura 6a representa la matriz de ecuaciones normales). Los resultados aparecen en la tabla I. Se puede apreciar como existe una falta de homogeneidad en la distribución de los errores medios según los tres ejes. Así el eje Y, que marca la profundidad en la escena, presenta el mayor error ($s_y @ 2.5$ cm). Es de destacar, los bajos errores medios encontrados (entre 1-2.5 cm) a pesar de la escasa calidad métrica del instrumental supuestamente empleado. Este aspecto, ha sido ya puesto de manifiesto en tra-

bajos previos, si bien con otra metodología (DLT; Cardenal, et al. 1999). Finalmente, queda por indicar que, los errores aumentan en la parte superior de la fachada (especialmente en la pequeña torreta que la corona) en casi un 100% sobre el error medio (hasta casi 5 cm en algún punto), lo cual pone de manifiesto una pobre intersección de los rayos homólogos en esas zonas superiores.

Si bien es interesante la magnitud de los errores encontrados, dado que no se ha empleado instrumental fotogramétrico, lo cierto es que errores de orden centimétrico pueden ser aceptables para levantamientos rápidos y/o de inventario, pero no para trabajos de precisión. Por ello, conviene analizar otras posibilidades, especialmente en cuanto a instrumentación se refiere, y se propone una segunda red de trabajo, muy similar a la anterior, con cuatro fotografías (figura 5b). En este caso, una de las fotografías se realiza desde un punto de vista elevado (nº 3, a 10.5 m del suelo, figura 5b). Con ello se pretende simular una planificación más elaborada con una fotografía realizada desde una plataforma elevada (andamio o grúa) o desde un edificio vecino. Ello puede permitir un ángulo de convergencia o intersección más favorable que en el caso anterior para las zonas elevadas del edificio. Además, la cámara em-

pleada va a ser métrica, en concreto una cámara de formato 6x6 (película de 70 mm) y un objetivo gran angular (50 mm) para captar toda la fachada del edificio en un único fotograma a una distancia razonable de disparo (10-15 m). Esta cámara puede corresponder a un modelo más sofisticado y preciso que la anterior, que era un equipo más propio de un aficionado, Por ejemplo, puede ser una cámara tipo *Hasselblad 500* con placa *réseau* incorporada y un objetivo *Distagon 50*. Se suponen conocidas mediante calibración previa la distancia principal, punto principal, coordenadas de las cruces *réseau* y, al menos, un coeficiente de distorsión radial (estos datos tendrán su reflejo en la matriz de pesos y en las ecuaciones de observación correspondientes; ec. nº 10 y 11). Las fotografías simuladas en estas condiciones aparecen en la figura 7a. Dado que se emplea un gran angular las tomas son muy similares a las anteriores.

Para la medida de las fotocoordenadas se ha supuesto el empleo de un comparador o un restituidor analítico. Con ello y junto a una orientación interna más precisa (gracias a la placa *réseau* que dará cuenta también de errores por falta de planicidad) el error estimado para las coordenadas imagen es más reducido. Para esta simulación se ha supues-

to un error de ± 0.015 mm. Respecto al restituidor analítico puede suponerse que se utiliza el mismo que una empresa use para trabajos cartográficos convencionales o uno específicamente diseñado para fotogrametría de pequeño formato (por ejemplo, la tecnología *ADAM*), con lo cual los costes se pueden mantener moderados.

Una vez se han resuelto las ecuaciones de autocalibración (la matriz de ecuaciones normales es similar a la de la figura 6a) puede apreciarse que los errores se han reducido de forma considerable por debajo del centímetro (tabla I). Es necesario, sin embargo, realizar varias observaciones. Por un lado, el error según XZ es aceptable, 2 mm de media y 7 mm de error máximo. Por otro lado, según el eje Y el error medio es de 8 mm, pero aumenta a 1 cm en puntos elevados y alcanza del orden de 2 cm en los puntos más altos (tejado de la torreta). Se puede concluir que para las partes bajas y medias de la fachada un error de estimación del orden de 5 mm (incluso menor según XZ) es bastante aceptable para un estudio de precisión. Pero, cabe preguntarse si 1-2 cm de error serían admisibles. Si no es así, para las áreas elevadas del edificio la red diseñada no sería satisfactoria. Se pueden realizar varias actuaciones para mejorar la red de trabajo. Por ejemplo, aumentar el número de estaciones de disparo, si bien, por

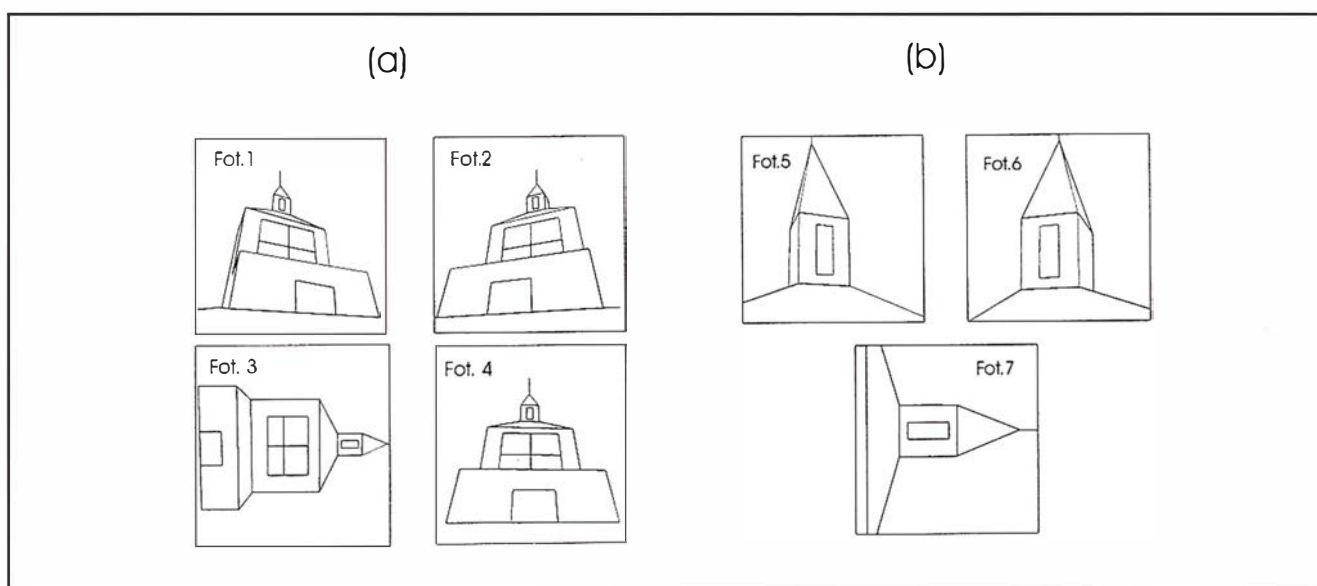


Figura 7

lo general, más de 4 ó 5 rayos homólogos no mejoran sensiblemente la precisión o aumentar los ángulos de convergencia entre estaciones (Fraser, 1989, 1996). La situación ideal es un ángulo de convergencia próximo a 90°, situación en la que se alcanza homogeneidad en los errores según las tres direcciones espaciales. Otra solución es realizar disparos adicionales a los anteriores desde distancias más cercanas que cubran la parte más débil de la red. En este caso, si se realizan los disparos desde el suelo la inclinación de los rayos sería muy tendida con respecto a la fachada, lo que afectaría quizás a la precisión de la red. Se podrían simular las fotografías con las estaciones situadas a distancia muy cercana de la fachada y a la altura de las partes superiores. Ello supondría realizar tomas desde plataformas elevadas o andamios. En definitiva, se trataría de explorar diversas situaciones hasta que los errores se mantengan por debajo de una tolerancia determinada. Si ello no se consiguiese, habría que investigar con otro instrumental, por ejemplo cámaras métricas terrestres convencionales de mayor formato (tipo Wild P31 o UMK 1318), lo cual puede hacer inviable el proyecto si se carece o no se puede utilizar tal material.

Para demostrar la flexibilidad del modelo de autocalibración, que puede englobar diferentes bloques de fotografías, se propone una tercera red de trabajo que contemple realizar fotografías adicionales en aquellas zonas donde la triangulación sea débil (figura 5c). Para ello, se aprovechan las cuatro fotografías de la red número 2 y se supone que es imposible levantar andamios o situar una grúa delante de la fachada que permita las tomas cercanas. Esta situación obliga a realizar las nuevas tomas desde zonas alejadas, pero como la cámara empleada, si bien calibrada, es de tipo y formato estándar, puede adaptársele un teleobjetivo. Así, se propone el empleo de un objetivo de 150 mm (por ejemplo un *Sonnar* 150). Las tomas, dado que sólo nos interesa la parte superior del edificio, se realizan desde puntos de vistas elevados (edificios colindantes, por ejemplo). Las

fotografías simuladas aparecen en la figura 7b y puede apreciarse como, nuevamente, una de ellas ha sido rotada según kappa.

Este ejemplo supone resolver simultáneamente dos bloques de fotografías con parámetros internos diferentes. La matriz de ecuaciones normales se representa en la figura 6b y se aprecian claramente las contribuciones de las siete fotografías (esquina superior izquierda) y los dos bloques independientes (esquina inferior derecha y borde de la matriz). Dado que en las tres últimas fotografías no aparecen la mayor parte de los puntos de las zonas bajas y medias de la fachada, estos puntos no contribuyen con ecuaciones en las submatrices correspondientes ($B_1^T W B_2$ y $(B_1^T W B_2)^T$ en la ecuación 11) y sus posiciones están ocupadas por matrices nulas (ver Wong, 1980 para más detalles acerca de la estructura de la matriz normal en ajuste de haces). En la Tabla I se puede ver que los errores en XYZ en esta tercera red de trabajo descienden por debajo de 3 mm. El bloque adicional de fotografías tomadas con un teleobjetivo ha dado robustez al sistema de ecuaciones y la red empleada ofrece unos resultados aceptables.

4. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado un sistema de simulación de redes fotogramétricas adaptable para distancia cercana, tomas convergentes y cámaras métricas, no métricas o semimétricas. Este último aspecto es posible gracias al modelo de autocalibración empleado, el cual engloba los parámetros internos de calibración. La primera fase del estudio comprende la simulación de las fotografías tanto de forma numérica como gráfica. Para ello, se ha empleado una simple hoja de cálculo con lo que es muy sencillo y rápido comprobar si el punto de vista es el adecuado, el objeto aparece en su totalidad, etc. No se requiere gran cantidad de información, salvo un croquis previo del objeto y su entorno que permitan estimar coordenadas aproximadas de puntos de objeto y

de los puntos de vista de las estaciones de disparo.

La segunda parte del estudio de simulación comprende la aplicación del modelo matemático elegido, autocalibración en este caso, y un análisis de la matriz de varianza-covarianza para estimar los errores cometidos en una red determinada. Sin embargo, a diferencia de la fase anterior de la simulación y dada la complejidad de este modelo, si el usuario desarrolla su propio sistema, se requieren conocimientos más profundos de fotogrametría analítica y de programación en algún lenguaje de alto nivel. Sin embargo, también es posible el uso de algún sistema comercial, lo cual encajeará el método. En nuestro caso el programa de autocalibración se ha desarrollado bajo I.D.L. 5.1, si bien es posible emplear algún otro tipo de lenguaje de programación ampliamente difundido (Fortran o C).

Obviamente, en función del instrumental, posibilidades del entorno físico del objeto, estructura del mismo objeto, etc, se pueden explorar fácilmente distintas posibilidades de redes hasta obtener los resultados más adecuados o, incluso, en un momento dado, si los resultados así lo indican (teniendo en cuenta las posibilidades ya comentadas), desechar la fotogrametría y contemplar otra técnica alternativa.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a *Estudios Atlas, S.L.*, y muy especialmente a Montse Bacaicoa, por las facilidades prestadas para el empleo del programa I.D.LTM (*Research Systems Inc.*)

REFERENCIAS

- Brown, D.C. (1989). Emerging Trends in Non-Topographic Photogrammetry. En: Karara (ed.): *Non Topographic Photogrammetry*. ASPRS, 2nd. Ed. Falls Church, Va, U.S.A. 445 p. Cap. 22, 367-375.
- Cardenal, J. y Rico, P. (1999). Autocal: programa de autocalibración bajo I.D.L. 5.1. Dpto. Ingeniería Carto-gráfica, Geodésica y Fotogrametría.

- E.P.S. Universidad de Jaén. Inédito.
- Cardenal, J., Delgado, J., García-López, S. y Romero, A. (1999). La transformación lineal directa: un método de fotogrametría convergente de bajo coste. *Mapping*, nº 52, 52-56.
- Dewitt, B.A. (1996). Initial Approximations for the Three Dimensional Conformal Coordinate Transformation. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. Vol. 62, No.1, 79-83.
- Faig, W., Shih, T. y Deng, G. (1990). The enlarger digitizer approach: accuracy and reliability. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. Vol. 56, No.2, 243-246.
- Fraser, C.S. (1984). Network design considerations for non topographic photogrammetry. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. Vol. 50, No.8, 1115-1126.
- Fraser, C.S. (1989). Optimization of networks in non-topographic photogrammetry. En: Karara (ed.): *Non Topographic Photogrammetry*. ASPRS, 2nd. Ed. Falls Church, Va, U.S.A. p. 95-106.
- Fraser, C.S. (1993). A resume of some industrial applications of photogrammetry. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 48(3): 12-23.
- Fraser, C.S. (1996). Network design. En: Atkinson, K.B. (ed.), *Close Range Photogrammetry and Machine Vision*. Whittles Pub. UK. Cap. 9, 256-282.
- Ghosh, S.K., *Analytical Photogrammetry*. Pergamon Press., 308 p. NY, 1987.
- Karara, H.M. (ed.) (1989). *Non Topographic Photogrammetry*. ASPRS, 2nd. Ed. Falls Church, Va, U.S.A. 445p.
- Lodeiro, J.M. (1995). *Aplicaciones de la topografía en la documentación arquitectónica y monumental*. Ed. Colegio Oficial de I.T.T. (Delegación Madrid - Castilla - La Mancha). 79p.
- Mason, S. (1995). Expert system-based design of close-range photogrammetric networks. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 50 (5): 13-24.
- Romero, A., Cardenal, J., Delgado, J. y Rico, P. (1998). Aplicaciones de la fotogrametría convergente de bajo coste en las obras civiles mediante ajuste de haces. Comunicación presentada en *Cartografía, Geodesia y Fotogrametría*, XIV Cursos de Verano de Laredo, Universidad de Cantabria.
- Press, W.H., Flannery, B.P., Teukolski, S.A., y Vetterling, W.T. (1986). *Numerical Recipes*. Cambridge University Press, UK.
- Shih, T.Y. (1990). The duality and critical condition in the formulation and decomposition of a rotation matrix. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol. 56, No. 8, 1173-1179.
- Shih, T.Y. (1996). A photogrammetric simulator for close range applications. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. Vol. 62, No.1, 89-92.
- Warner, W.S. y Andersen, q. (1992) Consequences of enlarging small-format imagery with a color copier. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. Vol. 58, No.3, 353-355.
- Wong, K.W.(1980). Basic Mathematics for Photogrammetry. En: American Society of Photogrammetry: *Manual of Photogrammetry*, 4th ed., A.S:P. Falls Church, Va., 1980. P.37-101.
- Wolf, P.R. *Elements of Photogrammetry*. 2nd. Ed. MacGraw Hill, 1983.

Líderes en cartografía desde hace 35 años.

La calidad y profesionalidad de nuestro trabajo nos ha otorgado la confianza de múltiples organismos oficiales y prestigiosas empresas privadas.

RUGOMA, S.A.



- Cartografía digital.
- Tratamiento de archivos CAD (dxf, dgn, dwg...) y PostScript, generando separaciones de color en fotolitos para su posterior publicación.
- Sombreados orográficos.
- Mapas en relieve.
- Edición de atlas, guías, agendas, callejeros.

- Cartografía temática, mapas mundi, planos turísticos.
- Mapas digitales interactivos multiplataforma.
- Maquetaciones y composiciones digitales a base de imágenes, gráficos y texto en entorno PostScript.
- Laboratorio técnico fotográfico.



Conde de la Címera, 4 - local 6 - 28040 MADRID
 Tels.: 91 553 60 27 / 91 553 60 33
 FAX: 91 534 47 08 • RDSI: 91 456 11 00
 E-Mail: rugoma@rugoma.com • Web: www.rugoma.com

MAREMOTOS EN NICARAGUA



Wilfried Strauch.

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER).

Dirección de Geofísica.

Se reportan las experiencias de sismólogos de INETER cuando ocurrió el maremoto en Nicaragua, el primero de Septiembre de 1992. Por qué no hubo alerta? Cuáles son las causas de los maremotos en Nicaragua? Qué hace INETER para prevenir otra catástrofe como la de 1992?

El primero de Septiembre de 1992 a las 7.15 de la noche, hora local, el esfuerzo vertical en una falla en el Océano Pacífico situada paralelamente a la costa alcanzó los máximo que la roca puede aguantar. Comenzó una ruptura en un pequeño área de la falla para después propagarse a los dos lados, con una velocidad de algunos kilómetros por segundo. La longitud total de la ruptura fue de casi 100 kilómetros, el movimiento duró entre 30 y 60 segundos. Fue un movimiento violento para arriba que la parte de la placa de Caribe hizo, la que tiene contacto directo con la de Cocos. En un solo momento logró compensar el movimiento hacia abajo que tenía que sufrir muchos años por la fricción con la placa de Cocos que se hundió en la profundidad del manto de la tierra. Un área de 100Kms. de longitud y de varios 10 kilómetros de ancho se movió por algunos centímetros hasta al máximo 1 metro elásticamente hacia arriba cargando masas del agua del Océano.

Este movimiento del agua excitó olas que se propagaron hacia el océano y otras se fueron hacia la costa. En su lugar de origen las olas tenían amplitudes pequeñas, de algunos 10 centímetros y se propagaron rápido, con 200Kms./h., porque su velocidad depende de la profundidad del agua que allá es de aproximadamente 3.000 metros. Cuando se acercaron a la costa se redujo la velocidad y en

el mismo momento se aumentaron las amplitudes porque la cantidad de energía por unidad de camino se mantiene constante. Finalmente llegaron las olas a las 8 de la noche con muy baja velocidad a la playa, con solamente 20 kilómetros por hora, pero quebrándose y alcanzando amplitudes entre 4 y 10 metros y destruyendo casas, hoteles, restaurantes y matando a muchas personas.

La ruptura en el fondo del mar fue uno de los terremotos más fuertes en la historia de Nicaragua. Su magnitud se calculó entre 7.2 y 7.8 Richter, con diferentes métodos. Aún teniendo una magnitud tan fuerte el terremoto no fue sentido mucho ni en la costa ni tierra adentro. La intensidad (Mercalli) sentida en muchos lugares de la costa y en Managua fue de III grados que corresponde con un movimiento leve en el lugar de observación. El movimiento fue extraño porque fue de muy larga duración, de algunos minutos. Todavía no existía INETER ni la red sísmica ni el turno sismológico. No obstante dos miembros de Sismología de INETER se dirigieron a la central sísmica para averiguar esta cosa extraña. A. Morales y W. Strauch llegaron casi al mismo momento, como a las 7.40 al instituto y cuando miraron los sismogramas de las dos estaciones sísmicas funcionando en esta época se asustaron por la violencia que se expresó en los registros.

La aguja del sismógrafo desde 30 minutos no dejó de moverse muy fuerte de un lado del papel al otro. Los registros fueron saturados y el papel quedó completamente negro. Se vio que no solamente el terremoto sino también las réplicas del mismo fueron muy fuertes. Pero dónde fue el epicentro del evento? No fue posible localizarlo con la información

existente en INETER. Por eso se llamó a los Estados Unidos. Se consiguió la información de que el epicentro fue en el Océano Pacífico de Nicaragua, que era un evento somero y que la magnitud alcanzó 7.2. Todavía no se pensó en la posibilidad de un maremoto.

Para conseguir información sobre los efectos sísmicos eventuales en la costa se trató de llamar a varios lugares: Corinto, Masachapa – sin poder comunicarse. La comunicación con la Defensa Civil tampoco funcionó. Finalmente W. Strauch se dirigió a las 9.30 en vehículo a la Defensa Civil para informar sobre la información existente y averiguar si ellos tuvieran más datos. Pero allá no se supo nada. Sólo después de haber regresado al INETER fue por la radio cómo los sismólogos finalmente escucharon lo que había sucedido en la costa, sobre las destrucciones y los muertos.

Strauch llamó de nuevo a Estados Unidos para informar sobre el maremoto en Nicaragua y para conseguir más informaciones sísmicas. Ya comenzó de madrugada cuando se comenzó de alistar una estación sísmica móvil para transportarla a la costa. A las 3 de la madrugada se dirigió a Masachapa, un pueblo en la costa del Pacífico, dejando a Morales en la Central Sísmica para observar las réplicas del terremoto y dar información al público.

Strauch entró con los grupos de la policía y del ejército a la playa donde comenzó como a las 6 a.m., con la primera luz del día, la búsqueda sistemática de muertos y lesionados. En la playa se miró un panorama de destrucción total. Todavía fue posible ver en los techos de algunas casa que las olas habían llegado hasta

una altura de 4 metros y en el suelo había entrado entre 20 y 200 metros tierra adentro. Strauch hizo rápido algunas mediciones de la altura que el agua había alcanzado y después se fue a Montelimar, cerca de Masachapa. Aquí también hubo desorden pero menos destrucción porque las construcciones bien hechas del hotel resistieron mejor a la violencia de las olas.

Cerca de Masachapa se encontró un lugar adecuado para poner la estación sísmica, se instaló el equipo y después regresó Strauch a Managua para dar informe a la dirección de INETER sobre las observaciones y mediciones.

Lo que se reportó arriba deja claro que en 1992 no fue posible alertar a la población porque ni INETER ni otra institución en Nicaragua tuvo la información, la organización, los medios de comunicación y personal preparado para hacerlo. Aunque, entre la ocurrencia del terremoto y la llegada de las olas, pasó un lapso de 40-50 minutos no fue posible alertar a los pobladores de la costa y salvar la vida de la menos 170 personas.

Para INETER, especialmente para Sismología este evento fue crucial para el desarrollo de la red sísmica y de un sistema de alerta contra tsunami y otros fenómenos naturales peligrosos porque llevó a la decisión de instalar el turno sismológico y dio un impulso fuerte para intensificar las preparaciones para la reconstrucción de la red sísmica.

Cómo se ve ahora la situación en relación a los maremotos? No son eventos demasiado raros para invertir en un sistema de alerta? Investigaciones hechas en los últimos años en los países centroamericanos y en Colombia tuvieron el resultado que al menos 50 veces desde el año 1798 ocurrieron tsunamis en las costas de esta región (ver lista de tsunamis), en el Caribe y en el Pacífico. A Nicaragua llegaron en este siglo varias veces las olas de tsunamis con amplitudes de alguna importancia. El tsunami más fuerte en la historia de América Central fue sin duda el del año 1992. Todos los eventos de im-

portancia mencionados fueron causados por terremotos regionales. Un tsunami registrado en Colombia y Ecuador tuvo su origen en Hawaii.

El resultado de esta estadística es que el fenómeno maremoto no es muy frecuente en las costas de Nicaragua pero tampoco es cosa muy rara. Por otro lado no podemos excluir la posibilidad de que se repita el evento de 1992 en pocos años – la ocurrencia de terremotos y maremotos no obedece reglas simples. El número de víctimas del maremoto de Nicaragua fue relativamente bajo si se toma en cuenta que toda la costa fue afectada. Pero cómo hubiera sido el saldo de los muertos si el tsunami hubiera ocurrido el fin de semana o en la Semana Santa?

INETER entró en 1993 en la organización internacional de alerta contra tsunami en el Pacífico. Se comenzó de desarrollar, junto con Defensa Civil, ideas sobre un sistema de alerta contra tsunamis en Nicaragua. Este sistema se basará en el funcionamiento de la red sísmica y del turno sismológico como fuente de información por un lado y en un sistema de comunicación y alerta por el otro lado. El funcionamiento será tal: después de detectar un terremoto fuerte en el Pacífico con ciertas características (baja profundidad, magnitud encima de 6.5) el sismólogo de turno informará vía radio o teléfono a Defensa Civil. El oficial de turno de esta institución transmitirá por medio de radio un código a una red de sirenas instaladas en los pueblos costeros del Pacífico. La señal de las sirenas servirá como señal de alerta inmediata para los pobladores de esta región que les dará chance de salir rápido de la zona de peligro o al menos encender su radio para escuchar noticias eventuales sobre el evento. El oficial de la Defensa Civil tendrá además la posibilidad de comunicarse por medio de radio con las alcaldías de la costa para dar explicaciones sobre el peligro o para levantar el estado de alerta si fuera necesario. El costo del sistema será bajo porque se usará el mismo sistema de radio para encender las sirenas, para comunicación directa y el

sistema de radio servirá además a la población para atender cualquier otra emergencia que no tiene que ver con maremotos.

Desde 1992 hasta hoy INETER ha logrado desarrollar enormemente la red sísmica. En 1992 funcionó sólo una estación, hoy existen 25 estaciones telemétricas en todo el Pacífico de Nicaragua. El 1992 no hubo sistema de alerta. Hoy INETER informa sobre un sismo fuerte dentro de pocos minutos a más de 40 instituciones en Nicaragua, Defensa Civil, autoridades del Estado, estaciones de radio y televisión. Periódicos, agencias de prensa.

Estos logros fueron la base para la decisión de CEPRADENAC (Centro de Prevención de Desastres Naturales en América Central) de encargar a INETER de desarrollar el sistema de alerta contra tsunami para toda la región de América Central, utilizando la información de las redes sísmicas de los países centroamericanos.

La instalación de un sistema técnico seguramente no es la solución completa para resolver el problema de la alerta contra tsunami. Para Sismología de INETER se da todavía la necesidad de desarrollar métodos para detectar terremotos tsunami generadores y diferenciarlos de los terremotos normales que pueden ocurrir debajo del mar sin causar olas destructivas. Este problema existe no solamente en Nicaragua sino también en otros países y se espera intercambio de ideas con otras instituciones integradas en el Sistema Internacional de Alerta contra Tsunami en el Pacífico.

Otro problema para resolver es la información y capacitación de la población, tarea en la cual INETER, Defensa Civil y alcaldías de los poblados en la costa deberían cooperar. Se tiene que pensar también en el problema de las alarmas equivocadas. Tal vez tenemos que esperar muchos años el próximo maremoto y en todo el tiempo hay que permanecer no solamente el sistema científico-técnico sino también el nivel de capacitación y cooperación de la población.

SIEMENS

1



¡Preparados !

El Ayuntamiento necesita con urgencia un Geosistema de Información Municipal para la gestión integral de su territorio. Urbanismo debe incorporar el planeamiento urbano y el área de Seguridad necesita implantar un Sistema de Intervención para Bomberos y Policía integrado con el callejero.

La Compañía de Servicios y Abastecimiento de Aguas no puede esperar un segundo más para disponer de un sistema de Gestión de Clientes integrado con el Sistema Técnico de Red, que permita responder rápidamente a las demandas de los ciudadanos y del servicio, creando nuevos productos y facturándolos conforme a las reglas del mercado.

2



¡Listos !

¿Un sistema de gestión municipal?
¿En el que se integren en un sistema relacional la información del catastro, del territorio? ¿Dónde tenga cabida la información del catastro, del medio ambiente, de las compañías de agua, gas, electricidad y telecomunicaciones?

¿Un nuevo sistema competitivo para atraer nuevos clientes integrado con el sistema actual?

¿Capaz de afrontar el reto de la desregulación y adaptarse a la continua evolución del mercado?

Siemens: la fuerza



3

	A	B	C	D
1	Parcela-ID	Propietario	Nº Alturas	Nº de Habitantes
2	OB11001232	J. Gómez	8	53
3	OB11002131	Fco. Burgos	8	64
4	OB12004321	A. Galindo	3	23
5	OB11001032	R. Rodríguez	4	30

al integrado?
 elo de datos
 adano y del
 gualmente la
 eamiento, del medio
 ervices y suministro
 omunicaciones?...

erenciador de
 e red?

JRO y
 e los procesos de

¡Ya !

¡Siemens, S.A. sí puede! Colaborar en la gestión del territorio de una manera eficaz y próxima al ciudadano, contribuir a la generación de valor en su negocio, aportar soluciones tecnológicas y sin fronteras para las organizaciones de un nuevo siglo. **SICAD** es el geosistema de información **abierto** que le permite integrar sus geodatos en un entorno estándar y bajo Microsoft Office, aportando las nuevas tecnologías de la información al servicio del **Usuario**. **SIGRED** es el sistema integrado para la gestión de redes de distribución (agua, gas y electricidad) que permite la integración de los sistemas técnicos, comercial y de operación. (p.e. SICAD, SAP R/3, SCADA, Oracle, Internet, etc.).

SIEMENS, S.A.

Ronda de Europa, 5. 28760 Tres Cantos, Madrid.

Teléfono: 91 5149180 - Fax: 91 5149350

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

eMail: utiltel@ssa.siemens.es

de la innovación

Acceso y análisis gráfico de datos de satélite y medidas de campo a través de Internet empleando ION



J. A. Triñanes, I. Sordo, J. Varela y J. A. Taboada
Lab. de Sistemas. Dpto. Electrónica y Computación.
Inst. de Investigaciones Tecnológicas.
Santiago de Compostela
e-mail: eljoki@usc.es

En este trabajo describimos el proceso de desarrollo de un sistema de distribución y visualización de datos oceanográficos y geofísicos que hemos realizado en el Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratories (AOML) de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). El acceso al sistema es simple y sólo necesitamos un navegador con soporte Java incluido. El software ION representa un papel fundamental en la realización de este proyecto.

Palabras clave: Internet, Bases de Datos, Interactive Data Language (IDL), Informix Universal Server, Teledetección, Oceanografía

1. Introducción

El advenimiento de las nuevas tecnologías ha modificado sustancialmente el tratamiento tradicional de los datos en muchos campos de la ciencia. La expansión de Internet, por poner un ejemplo, nos permite acceder a un gran número de recursos distribuidos en diferentes zonas del planeta. En nuestro caso estamos interesados en datos y, dentro de ellos, los datos que permiten estudiar la dinámica de los océanos.

En la actualidad, los datos empleados en la ciencia oceanográfica proceden de diversas fuentes. Las medidas de campo siguen siendo esenciales para estudiar los océanos pero, en los últimos años, una nueva generación de datos ha cobrado especial relevancia, los datos proce-

dentales de sensores instalados en satélites artificiales. El rango de parámetros oceánicos que pueden medir estos sensores es muy amplio e incluyen color oceánico, temperatura, anomalía altimétrica, etc. El problema fundamental que nos encontramos al trabajar con datos de este tipo es el volumen de información que debemos manejar, ya que a mayor resolución espacial y radiométrica, mayor número de bytes que debemos procesar para una misma zona geográfica. Por otra parte, el acceso a esta información suele ser menos restringido que a las medidas de campo pero, aún así, la dispersión entre las diferentes bases de datos es alta, y acceder a través de Internet no es siempre posible. Nuestro propósito fundamental reside en centralizar toda esta información en un solo lugar, habilitando los métodos para que los usuarios puedan obtenerla y visualizarla.

2. Arquitectura del sistema

Nuestro sistema consta básicamente de tres módulos fundamentales: el módulo de presentación (MP), el módulo de interacción (MI) entre el cliente y el servidor que engloba también a éste último, y, finalmente, el módulo de almacenamiento (MA) de datos.

Básicamente, el MP abarca las páginas cargadas en la máquina cliente a través del navegador. La mayor parte de ellas son páginas dinámicas, entendiendo por tales, aquellas creadas en tiempo de ejecución y que dependen de los parámetros introducidos por el usuario. La mayoría de

estas páginas constan de uno o más applets, aplicaciones, en nuestro caso en Java, incluidas dentro de las páginas Web empleando código HTML y que permiten tareas interactivas sin la intervención del servidor. En principio, los applets no requieren modificaciones específicas en función del sistema operativo de la máquina cliente y esta característica es una de las principales ventajas que ofrecen.

La interacción entre las máquinas cliente y servidor se realiza empleando CGIs (Common Gateway Interface), programas activados por el servidor a los que éste les pasa los argumentos enviados desde la máquina cliente [1]. Una vez terminado, envía los resultados de nuevo al servidor, el cual los reenvía al cliente. En el MI, otros servicios requeridos por el cliente son llevados a cabo empleando ION (IDL On the Net), el cual también devuelve datos y gráficos al cliente. ION [2] consta de dos aplicaciones. El ION Daemon rastrea un puerto en el servidor y establece una conexión entre el applet del cliente y el ION Server. Éste acepta la conexión y, empleando IDL (Interactive Data Language), genera los gráficos y manipula los datos, devolviendo los resultados al cliente. La facilidad de uso y las múltiples posibilidades que ofrece ION nos permite considerarlo como un elemento fundamental dentro de nuestro sistema. El servidor que hemos instalado es el Netscape Enterprise Server.

Los datos son almacenados en el MA, empleando para ello el Informix

Universal Server [3]. Los Servidores Universales representan una nueva generación en el campo de la gestión de las bases de datos, con la capacidad añadida de permitir trabajar con tipos de datos complejos, incluyendo funciones y tipos definidos por el usuario. El administrador de la base de datos puede además construirse sus propias aplicaciones, como por ejemplo CGI, empleando herramientas SQL. En nuestro caso, los CGI de acceso a nuestras bases de datos los hemos desarrollado en ESQL/C. El diseño de la base de datos es crítico para conseguir buenos rendimientos. Debemos recordar que trabajamos con grandes volúmenes de datos y deseamos extraerlos en muy breve espacio de tiempo. Esta característica impone una importante restricción que debemos superar mediante un cuidadoso análisis de la estructura con la que almacenamos los datos dentro de la base de datos.

En este apartado describiremos los diversos datos que hemos introducido en nuestro servidor. Fundamentalmente, se trata de parámetros de características oceánicas. Es nuestro propósito ampliarlo en un futuro próximo con otros datos geofísicos, que complementen a los actuales.

3.1 XBT

La temperatura del océano afecta a la velocidad del sonido en el agua. Si queremos realizar estudios acústicos en el océano necesitamos pues, conocer el cambio de temperatura a medida que aumenta la profundidad. Lo mismo ocurre para otras aplicaciones. La forma convencional de realizar este tipo de medidas es mediante una sonda XBT (eXpendable BathyThermograph). Básicamente, consiste en un peso con un pequeño termistor, un dispositivo cuya resistencia varía muy rápidamente con la temperatura. A medida que el peso cae, la resistencia del termistor cambia en función de la temperatura a la que se encuentre. Estos valores son convertidos a temperatura y de esa manera podemos conocer el perfil

térmico para un tiempo t y una posición (x,y) . La profundidad no se mide directamente. Previamente se ha calculado una relación que nos permita calcular la profundidad a partir del tiempo que el sensor lleva en el agua. De esa manera, podemos realizar un típico diagrama temperatura-profundidad.

El Global Ocean Observing System (GOOS) tiene una de sus sedes en la División de Oceanografía Física del AOML. Este centro dispone de medidas XBT históricas y en tiempo real que abarcan básicamente todo el Océano Atlántico [4]. Estos perfiles, entre los cuales encontramos líneas XBT de alta densidad, se han clasificado en diferentes secciones dependiendo del nivel de procesado al que han sido sometidos y que se realiza básicamente para determinar la calidad de cada uno de los perfiles. Hasta hace muy poco, todas estas medidas, incluidas las recibidas en tiempo real, eran almacenadas en una base de datos ISAM accesible desde plataformas VAX. Todos estos datos fueron reorganizados y transferidos al Informix Universal Server, mejorando el acceso y las posibilidades de realizar los controles de calidad de una manera más eficiente y rápida.

3.2 SST

La medición de la temperatura superficial oceánica (Sea Surface Temperature) mediante radiómetros actuando en la banda infrarroja ha sido uno de los acontecimientos que más impacto ha tenido en la ciencia oceanográfica [5]. La fuente principal de este tipo de datos son los satélites de órbita polar de la serie TIROS/NOAA, capaces de distinguir desde una altura aproximada de 850 km, variaciones de temperatura de hasta 0.1°C . Precisamente a partir de los datos de estos satélites, se ha creado el Ocean Pathfinder Data Set, un proyecto especialmente diseñado para producir, validar y evaluar series temporales de mapas SST para estudios climatológicos y de modelado. Como parte de las tareas supeditadas a este proyecto se encuentran también la de reanalizar los procedimientos de calibración del sensor

con el objetivo de producir resultados temporalmente consistentes.

La resolución de los datos es de aproximadamente 28km (4096×2048 puntos), aunque también hay productos a 18km y 54 km. Varios tipos de productos están disponibles, distinguiéndose entre los que cada punto representa el "mejor" valor de SST (Best SST), aquel con una etiqueta de calidad más alta determinada de una serie de procesos estadísticos; y otro en el que todos los valores de SST están presentes (All Pixel SST). El primer tipo de producto es el que nosotros emplearemos en nuestro sistema. Sólo empleamos los pases descendentes (nocturnos) en nuestro análisis. De esta manera eliminamos en mayor medida los efectos producidos por la insolación solar (termoclina diurna), que puede incrementar la temperatura superficial de manera importante en determinadas condiciones como, por ejemplo, ausencia de vientos. A partir de los datos diarios obtenemos productos semanales y mensuales, mediante un sencillo proceso basado en quedarnos con la mediana de todos los valores para cada punto. De esa manera eliminamos valores extremos que pudieran haber pasado los tests de calidad a los que es sometido el producto en origen.

3.3 Anomalía altimétrica

En la actualidad, los estudios acerca de la dinámica oceánica emplean intensivamente los datos procedentes de altímetros [6]. Este tipo de sensores emiten un pulso de microondas sobre la cubierta terrestre y, midiendo el tiempo que tarda en volver, podemos determinar la distancia entre el satélite y la superficie. Una de las grandes ventajas que presentan este tipo de sensores activos es que, en el rango de frecuencias que actúan, la radiación es mucho menos afectada por los constituyentes atmosféricos que los rangos de frecuencias visible e infrarrojo. Nosotros emplearemos los datos procedentes del único satélite dedicado enteramente a labores altimétricas, el TOPEX/POSEIDON, consecuencia de un proyecto conjunto entre la NASA y el French Centre National de

Etudes Spatial (CNES). EL satélite opera a una altitud de 1336 km sobre la superficie terrestre y tiene una inclinación orbital de 66°. Las medidas de este satélite tienen una precisión de 2.5 cm, que debemos combinar con los datos de órbita, que generalmente permiten localizar el satélite con una precisión de 3 o 4 cm. Este satélite ofrece una resolución temporal excelente para observar las variaciones mesoescalares del océano y el componente dinámico de la topografía oceánica, que viene dado por la anomalía altimétrica, definida como cualquier cambio en el nivel del mar relativo a algún nivel medio, generalmente una media multianual.

Los datos que nosotros empleamos proceden del Jet Propulsion Laboratory (JPL) de la NASA y representan anomalías calculadas empleando la media de los años 1993-1996. El conjunto comprende 254 ficheros, uno para cada pase del satélite, en cada uno de los cuales podemos encontrar las medidas para un conjunto de 3127 posiciones fijas a lo largo de cada ciclo del satélite. Uno de los principales problemas que se nos plantearon fue el de extraer de forma rápida todos esos datos y presentarlos al usuario. Para hacer esto eficazmente hemos desarrollado un algoritmo que permite buscar sólo dentro de los ficheros que contienen datos dentro de nuestra área de interés.

3. Descripción del sistema

A continuación describiremos las diferentes funcionalidades de nuestro sistema. La Figura 1 muestra la página de entrada al servidor. El usuario introduce los datos empleando para ello el applet del centro de la imagen. Sobre un mapa del mundo en el que hemos trazado las líneas XBT de alta densidad podemos determinar el área geográfica de interés sin más que desplazar los vértices del rectángulo superpuesto, cuyas posiciones aparecen en unos campos de texto bajo la imagen.

Estos campos de texto son editables y el usuario puede establecer los valores de latitud y longitud que definen las esquinas del área rectangular. También interactivamente podemos determinar el período temporal que deseamos, así como la base de datos y el subconjunto dentro de la misma en el que estamos interesados. También podemos extraer sólo los datos que coinciden con alguna de las líneas XBT de alta densidad. Toda esta información la transferimos al servidor sin más que pulsar el botón "Send Data".

Hemos implementado dos modos de salida. Por un lado un modo texto o binario en el cual, los datos pueden ser transferidos a la máquina cliente sin ningún tipo de procesado previo. Para los datos binarios y, con el objetivo de no ocupar un excesivo espacio de disco en el servidor y de agilizar la transferencia de archivos, también proporcionamos las herramientas de conversión entre diferentes formatos. Por otro lado, los datos también pueden ser visualizados antes de transferirlos. Se proporcionan al cliente algunas herramientas de análisis gráfico de los datos presentes en nuestro sistema.

Para los datos XBT y seleccionando la salida gráfica, llegamos a una nueva página en la que tenemos habilitadas diversas funciones (Figura 2). Podemos representar geográficamente la posición de las medidas de que disponemos, representar y comparar cada perfil individual y, por último, realizar diagramas latitud-tiempo y longitud-tiempo para cada una de las profundidades estándar a las que hemos interpolado todos y cada uno de los perfiles extraídos de la base de datos. Todos estos diagramas los construimos fácilmente empleando ION.

La visualización de los datos SST es ligeramente diferente. Dependiendo de si seleccionamos los datos a lo largo de una línea XBT de alta densidad o si, por el contrario, deseamos visualizar la temperatura superficial entre los vértices del rectángulo de entrada, llegamos a una página

diferente. En el primer caso llegamos a una página muy semejante a la de la Figura 2. Podemos extraer exclusivamente las medidas que coinciden con las posiciones de las líneas de alta densidad, representarlas y realizar los diagramas longitud-tiempo y latitud-tiempo. De esta manera, por ejemplo, tenemos la posibilidad de comparar estos diagramas SST con los obtenidos a partir de los datos XBT para la profundidad estándar 0.

En el segundo caso, la página se parecería a la de la Figura 3. Podemos modificar la paleta de color entre 52 posibles alternativas. Además, tenemos la funcionalidad de realizar hasta 4 tipos diferentes de realces, dependiendo del rango de temperaturas que deseamos destacar. En función del período temporal que hayamos establecido y la periodicidad existente para este tipo de datos, tendremos un número variable de imágenes que podamos representar. La representación se puede llevar a cabo imagen a imagen pero, con el objetivo de facilitar el estudio de la dinámica superficial oceánica, también hemos habilitado la posibilidad de realizar animaciones siguiendo todo el ciclo de las imágenes.

Además de las temperaturas superficiales, podemos visualizar los frentes presentes en las imágenes sin más que activar una opción presente en la página. Para facilitar la comprensión de la imagen, hemos añadido una barra que asocia cada color con una temperatura. El usuario también puede obtener la temperatura en puntos individuales a lo largo de la serie, sin más que indicar las posiciones de los puntos en el campo de texto situado en la parte inferior de la página.

La presentación gráfica de los datos de anomalía altimétrica también se realiza de una manera diferente (Figura 4). Hemos de tener en cuenta que trabajamos con datos cuyo procesado es distinto en cada caso y que representan características físicas peculiares que debemos estudiar de manera particular. Sobre un mapa hemos superpuesto los puntos de

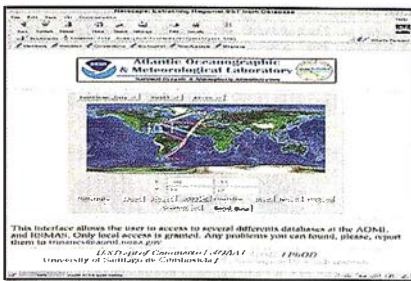


Figura 1: Página de entrada a nuestro sistema.

cada pase en los cuales hay datos válidos de anomalía. Estas medidas podemos interpolarlas, empleando para ello un número de días antes y después en torno a una fecha central. Normalmente y dado que el TOPEX/POSEIDON completa un ciclo aproximadamente cada 10 días, se suele emplear una ventana temporal de 10 días, generalmente previos a la fecha en la que interpolamos. En nuestro interface, el usuario puede establecer el intervalo que desee. Los resultados de la interpolación se muestran a la derecha de la Figura 4. En este punto podemos extraer puntos individuales y también realizar los típicos diagramas latitud-tiempo y longitud-tiempo a lo largo de las líneas XBT de alta densidad.

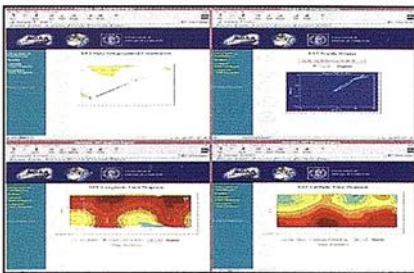


Figura 2: Representación de datos XBT.

Tanto en este modo como en los anteriores, los gráficos pueden representarse en alta resolución. Esto implica una mayor carga computacional para el sistema y, para evitar situaciones de sobrecarga, se han establecido los procedimientos necesarios para evitar estas situaciones. Hemos configurado el servidor de tal manera que se establecen cuotas de utilización de disco y privilegios de acceso a los datos para los usuarios, estableciendo diferentes niveles de acceso. Algunos de los datos, que suponen una minoría, no son de libre acceso y, por tanto, sólo los usuarios que gozan de los permisos adecuados pueden acceder a ellos.

En este artículo hemos presentado las características generales de nuestro sistema de distribución y representación de datos de naturaleza oceanográfica. Hemos intentado facilitar en la mayor medida posible el acceso del usuario al conjunto de datos de los que disponemos. Creemos firmemente que un sistema de este tipo puede resultar de gran utilidad para la comunidad oceanográfica, puesto que proporciona los datos y algunas de las herramientas de uso más general. Además, permite estudiar la relación entre diferentes tipos de datos y todo ello, no lo olvidemos, online.

Un tema en el que hemos tenido y tendremos que trabajar intensivamente está relacionado con el procesado de estos datos. Deseamos ampliar el catálogo de procesados que el cliente puede llevar a cabo sin que ello suponga esperar largo tiempo para poder visualizar los resultados. Entre las funciones que esperamos añadir destacan las de análisis objetivo, componentes principales, método de correlación cruzada, ...

En la actualidad, el sistema se encuentra tras una firewall. Debido a ello y por motivos de seguridad, sólo los usuarios internos del AOML y los externos que dispongan de los permisos requeridos pueden acceder a él. Esta situación cambiará en breve tiempo y hemos diseñado la arquitectura de un bastion host que permita el acceso general a todos estos recursos. Se transferirá el sistema a un servidor más potente y se prevee aumentar el número de las bases de datos presentes, incluyendo climatologías, resultados de modelos, CTDs, vientos, ... así como desarrollar las capacidades de disponer de los datos en tiempo real, siempre que ello sea posible. Dentro de esta arquitectura de datos compartidos, ION nos permite añadir nuevas funcionalidades a nuestro sistema de una manera fácil y con un mínimo coste de implementación.

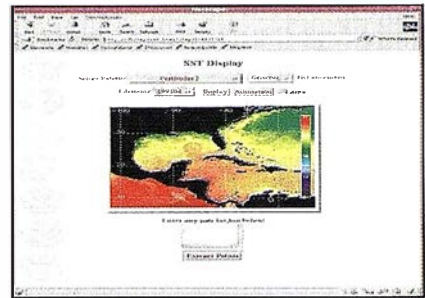


Figura 3: Página de visualización de datos SST.

Referencias bibliográficas

1. Graham, I.S., HTML SourceBook, Wiley Computer Publishing, 2. Ed, 1996.
2. ION Guide, Research Systems, Inc., 1998.
3. Getting Started with INFORMIX Universal Server, Version 9.1, Informix Corporation. 1997.
4. Daneshzadeh, Y.C., Festa, J.F. and Minton, S.M. Procedures Used at AOML to Quality Control Real Time XBT Data Collected in the Atlantic Ocean. NOAA Tech. Memorandum ERL AOML-78. 1994.
5. Robinson, I.S., Satellite Oceanography: An Introduction for Oceanographers and Remote Sensing Scientists, Ellis Horwood Ltd. 1985.
6. Douglas, B.C., MsAdoo, D.C. and Chaney, R.E., "Oceanographic and Geophysical Applications of Satellite Altimetry", Rev. Geophys., 25, pp. 875-880, 1987.

Agradecimientos

La realización de este trabajo ha sido posible en parte gracias al apoyo de la División de Oceanografía Física del NOAA/AOML, y algunos resultados han sido posibles gracias a la beca NSF/NOAA ATM-9714885 del Air-Sea Coupling Mechanisms in Tropical Cyclones de la Universidad de Miami y el AOML bajo los auspicios del United States Weather Research Program.

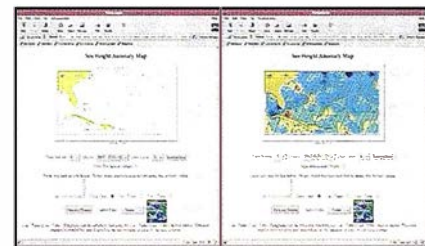


Figura 4: Ejemplo de representación de las anomalías altimétricas.

DiAP AIM es un sub-sistema de nuestro restituidor digital DiAP, que automatiza completamente todas las mediciones necesarias durante el proceso de aerotriangulación, por correlación de imágenes. Unido a DiAP ATM, AIM proporciona una poderosa herramienta para triangular grandes bloques a una media aproximada de una foto por minuto.

DiAP AIM

A u t o m a t i c I m a g e M e n s u r a t i o n

DiAP AIM se integra completamente con DiAP ATM, y permite al usuario seleccionar entre diversos modos de medición: Manual, automático con validación, y totalmente automático. El operador puede en cambiar de un modo a otro en cualquier momento del proceso de aerotriangulación.

DiAP AIM realiza la orientación interna de todas las fotos automáticamente, presentando los resultados al operados para su validación. No importa ni el tipo de marca fiducial ni su situación, el sistema las localizará con una precisión sub-pixel.



Trabajando con DiAP AIM, el usuario solo tiene que observar una vez los puntos de control, puesto que el sistema los medirá por correlación en todas las demás fotos en que aparezcan. Para esta medición inicial, el operador dispone de toda la potencia del sistema de visión estéreo de DiAP, haciendo la tarea más fácil y precisa.

El operador tiene control total de todas las observaciones; puede controlar la precisión de la correlación automática en todo momento, a lo largo de la medición del bloque. La necesidad de remedir puntos después de una primera medición general del bloque es mínima.

El operador puede realizar automáticamente una medición múltiple de todos los puntos comunes entre una foto y las 8 que la rodean con solo clicar en un icono.

**Con ISM sólo se Mide Una Vez.
Avance con
Rapidez y
Firmeza**



Contacte con nosotros para recibir una copia de nuestro conocido libro,

The Fundamentals of Digital Photogrammetry.

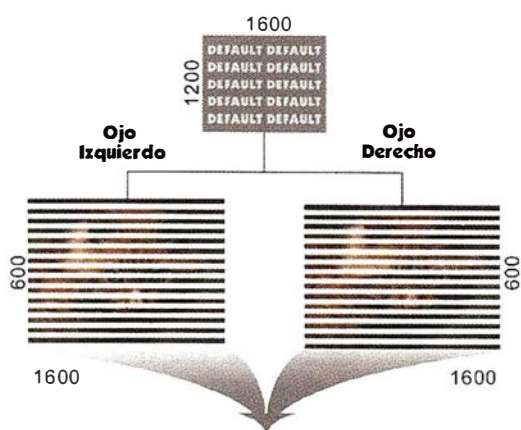
La Tecnología de Visión Estereoscópica de ISM Proporciona la Más Alta Resolución de Pantalla

Entrelazado

Resolución Estéreo, La otra vía

Lo habitual... aceptado y fácil de hacer. El método distribuye líneas alternas de señal de video a cada ojo.

Salida de video habitual:



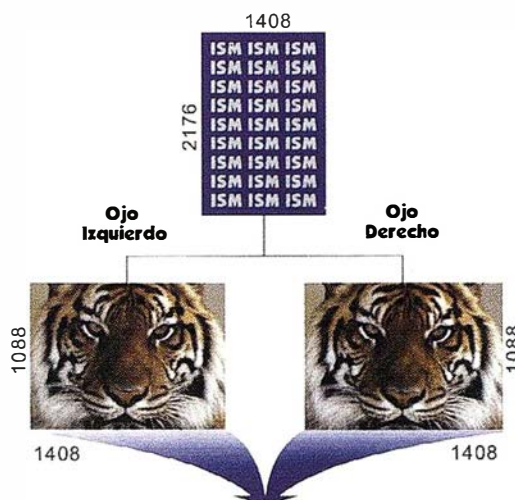
Resolución Estéreo
1600 x 600 = 960,000 Píxels

campos Alternos

La Resolución estéreo de ISM

Nuestra elección... difícil, pero mejor y más correcta. La técnica proporciona alternativamente, a cada ojo por separado, la totalidad del campo de visión.

Salida de video de ISM:



Resolución Estéreo
1408 x 1088 = 1,531,904 Píxels



ISM
Europe

Stereo Imaging Through Innovation

ISM Europe S.A.

Avda J. V. Foix 72, Local 5B
08034 Barcelona
Tel. 93 280 10 50
Fax. 93 280 19 50

www.ismeurope.com

info@ismeurope.com

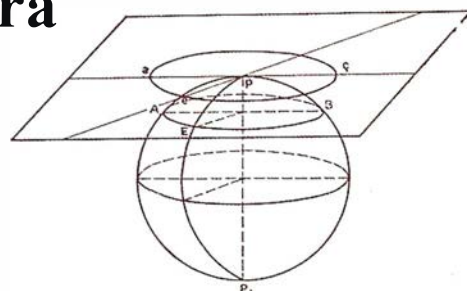
Determinación del índice de superficie foliar (leaf area index) en masas forestales usando imágenes landsat-tm. Conclusiones de un primer estudio en la sierra norte de Córdoba

Victor Juan Cifuentes Sánchez.

Centro Meteorológico Territorial de Andalucía Occidental-INM.

Rafael María Navarro Cerrillo.

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes de Córdoba.



1. INTRODUCCION

El índice de superficie foliar o leaf area index (LAI) es uno de los parámetros más útiles para caracterizar la vegetación. Se define como unidades de superficie de hoja verde por unidad de superficie de terreno, pudiéndose valorar como total (ambas caras) o proyectada (superficie capaz de interceptar la radiación). La relación entre total y proyectada es de 2.0 para las especies de hoja ancha y oscila entre 2 y 3 para las hojas en forma de acículas, con valores típicos entre 2,4 y 2,6 (Waring et al, 1982). En lo sucesivo LAI será siempre el proyectado si no se dice otra cosa.

El LAI interviene en las ecuaciones que describen muchos de los procesos físicos y químicos de un dosel vegetal, por lo que es frecuente en los modelos que simulan masas de vegetación. Sin embargo, es un parámetro difícil de medir. Como medidas directas están las destructivas (cortar árboles y medir la superficie del follaje, Curran et al, 1992) o las medidas usando la hoja caída (Chason et al, 1991, Fassnatch et al, 1997) Estos procedimientos pueden llegar a ser extremadamente engorrosos y caros en tiempo y personal. Las medidas indirectas se pueden basar en relaciones alométricas (White et al, 1997) o en la comparación entre la radiación solar dentro y

fuera del bosque (Fassnatch et al, 1994). Representan un gran avance a pesar de sus limitaciones. Sin embargo, su uso parece restringido a medidas puntuales, abundantes si se quiere, pero puntuales. Difícilmente se podría medir el LAI de toda una cuenca mediana usando estos aparatos.

Cuando se desea conocer el LAI a escala regional o mayor, la teledetección es una herramienta muy útil. Existen bastantes referencias de su aplicación para determinar LAI en bosques de coníferas (Danson & Curran, 1993; Peterson et al, 1987; Spanner et al, 1990; Chen & Cihlar, 1996; Nemani et al, 1993; Fassnatch et al, 1997) aunque pocas o ninguna son relativas a zonas con un clima marcadamente mediterráneo (inviernos suaves, fuerte estrés térmico e hídrico estival).

2.1 Medidas de tierra

2.1.1 Descripción del área de trabajo

La zona de medidas está situada en 38,15 N 4,5 W a unos 600 metros de altitud en el Norte de la provincia de Córdoba, aproximadamente a mitad de camino entre Adamuz y Villanueva de Córdoba. Es una zona de media

montaña que desciende hacia el río Guadalquivir. El clima es mediterráneo con influencia continental, con una pluviometría en torno a 600 mm anuales y con temperaturas máximas que superan los 35° C con frecuencia entre mediados de Junio y Septiembre, limitando el crecimiento en esta época. En invierno hay algunas heladas, sobre todo entre Diciembre y Febrero aunque la temperatura mínima muy raramente baja de -4° C y las máximas invernales suelen estar por encima de 8° C. A unos 20 km de distancia se encuentra la estación meteorológica de Villanueva de Córdoba (Instituto Nacional de Meteorología, estación 5390X, 740 m de altitud). Durante el lustro 1990-94 registró una media de 33 días anuales con máximas por encima de 35° C, 8 días con máximas inferiores a los 8° C y 10 días con mínimas inferiores a 0° C (heladas), de las cuales solo dos (ambos en 1993) bajaron de -4° C. La nieve es un meteoro muy poco frecuente en esta zona.

La vegetación está formada por pinares de repoblación de pino negral (*Pinus pinaster* Ait.) y pino piñonero (*Pinus pinea* L.) con edades entre 10 y 35 años y con un grado de cobertura bastante variable. El sotobosque, escaso o inexistente en los rodales más espesos y más abundante en las zonas abiertas está formado sobre todo por jara pringosa

(*Cistus ladanifer* L.) y un estrato herbáceo de cobertura variable.

2.1.2 Medidas de LAI con LICOR-2000

Para determinar el LAI sobre el terreno se empleo un LICOR 2000 (Licor, Inc, Lincoln, NE) propiedad del CSIC de Córdoba. El LICOR-2000 es un aparato diseñado específicamente para medir el LAI y ha sido ampliamente usado (Welles & Norman, 1991; Villalobos, Orgaz & Mateos, 1995; Deblonde et al, 1994). Este aparato relaciona al LAI con la radiación bajo y sobre el dosel usando la ley de Lambert-Beer:

$$T = e^{(k \cdot LAI)}$$

T = transmisividad = (radiación bajo el dosel/radiación sobre el dosel)

k = coeficiente de extinción, usualmente entre 0,3 y 0,6 (Waring & Running, 1998)

El sensor tiene 5 lentes concéntricas, cada una de las cuales recibe radiación de un sector anular del cielo centrado en los ángulos con la vertical 7°, 23°, 38°, 53° y 68° respectivamente. Solo se detecta radiación de longitud de onda inferior a 490 nm, muy poco afectada por la vegetación. Para un rayo cualquiera, incidente en el dosel en la dirección sigma se cumple

$$T(q) = e^{(-k \cdot LAI)}$$

donde T(q) es la transmisividad de la radiación para el ángulo q. De un modo global, si consideramos que las hojas se disponen aleatoriamente dentro del dosel, para toda la radiación incidente se cumple:

$$LAI = -2[\ln(q) \cdot \sin(q) \cdot \cos(q) \cdot d(q)]$$

El Li-Cor 2000 integra la ecuación 2.3 para los cinco anillos, quedando (Licor, 1990):

$$LAI = -2(0,03\ln(T1) + 0,09\ln(T2) + 0,13\ln(T3) + 0,13\ln(T4) + 0,18\ln(T5)).$$

La operación de las mediciones de Li-Cor 2000 tiene algunas limitaciones:

1. No debe incidir radiación directa sobre el sensor, pues se disparan los errores. Esto limita las medidas a días nublados y a crepúsculos.
2. El cielo debe ser uniforme, sin zonas más brillantes que podrían hacer que las partes del dosel orientadas hacia ellas presentaran mayor transmisividad y por tanto menor LAI.
3. Si el terreno está inclinado el sensor se colocará paralelo al mismo para evitar que el relieve oculte parte del cielo, dando un LAI mayor en esa dirección.
4. La condición de distribución aleatoria de las hojas no se cumple en las coníferas, ya que las acículas tienden a formar estructuras tridimensionales que ocultan las que quedan en el interior, tendiendo a estructuras organizadas en diferentes niveles (Chen, 1996; Fassnacht et al., 1994).

Así lo que LICOR 2000 mide no es realmente LAI sino LAI efectivo, obtenido a partir del valor de LAI multiplicado por un clumping factor (CF), con valores de CF en torno a 1,3-2,0 (Chen, 1996), 1,6 (Gower & Norman, 1991) y hasta 2,6 (Smith et al, 1993).

Asimismo hay que pensar que LICOR 2000 también tiene en cuenta ramas y troncos, que atenúan la radiación y que pueden significar en torno al 10-15% del valor de LAI medido (Smoiander & Stenberg, 1996). Este último punto puede ser muy significativo en rodales relativamente poco espesos pero viejos, con abundante parte leñosa, el cual no es nuestro caso. Todo esto sin embargo no representa un problema tan grave como puede parecer en un principio a la hora de determinar el LAI mediante imágenes de satélite. En efecto, parece que los índices de vegetación están mejor correlacionados con LAI que con LAI (Chen & Cihlar, 1996) ya que al fin y al cabo es también LAI lo que "ve" el satélite.

La campaña de medidas fue realizada durante la primera quincena de Octubre de 1997 en días nublados para evitar la incidencia de radiación

directa sobre el sensor. La metodología de las medidas en campo fue como sigue:

1. Se determinó el centro de la zona de medida y se definieron tres transectos de unos 60 metros de longitud con la mitad a la altura del centro de medida y separados los externos unos 20 metros del transecto central.
2. A lo largo de esos transectos se colocaron marcas en el bosque cada 6 metros, haciendo una medida en cada marca, con un total de 36 medidas en cada zona, salvo en uno de los puntos (p3), más extenso y heterogéneo donde se realizaron 72 mediciones.
3. Antes y después de cada conjunto de medidas se realizaba una medida fuera del bosque, suficientemente alejada del mismo como para que no se viera afectada por el arbolado

$$D = h \tan a \text{ donde}$$

D = distancia mínima

h = altura media del dosel

a = valor del ángulo del anillo más externo elegido

Para una altura media de 8 metros usando los 5 anillos habría que alejarse $D = 8 \tan 74 = 28$ m y si usamos solos cuatro $D = 8 \tan 59 = 13$ m

La medida con cuatro anillos es bastante menos exigente en cuanto a espacio que la de cinco pero su representatividad espacial es también menos de la mitad.

Entre los valores y los instantes de las dos medidas externas se hace una interpolación lineal y se compara cada medida interna (o cada media de dos medidas) con el valor de la externa (interpolada) para ese instante (Villalobos y Mariscal, 1997). Es conveniente no dejar pasar demasiado tiempo entre las dos medidas externas, para evitar variaciones en la luminosidad ajenas a las medidas inicial y final y por tanto no contempladas por la interpolación. En todas las medidas se usó un ocultador de campo de visión de 45° para eliminar la sombra producida por el operador.

Tabla1.- Valores de las medidas de LAI sobre el terreno y los valores de NDVI

PUNTO	P12	P13	P21	P23	P24	P25	P26	P27	P3	P32	P41	P51	P81
LAI	2,4	1,4	1,1	2,4	2,6	1,3	1,2	2,7	1,9	0,5	0,4	2,9	1,1
DESV STD	0,5	0,4	0,4	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,8	0,2	0,2	0,5	0,5
NDVI	0,70	0,50	0,49	0,63	0,61	0,47	0,40	0,69	0,61	0,24	0,20	0,70	0,28
SR	5,0	3,2	3,0	4,5	4,4	2,8	2,4	5,7	4,7	1,6	1,5	5,8	1,8

2.2 Imagen de satélite

La Consejería de Medio Ambiente (Sinamba) de la Junta de Andalucía suministró una imagen LANDSAT5 TM de fecha 23 de Septiembre de 1997 correspondiente a la órbita 201, fila 30. De ella se recortó un rectángulo de aproximadamente 5 x 6 km que contiene a la zona en la que se midió el LAI.

2.2.1 Corrección geométrica

Se tomaron un total de 16 puntos de control claramente visibles en la imagen, fundamentalmente asociados a cortafuegos (afortunadamente muy abundantes) y carreteras. Se determinó su posición en tierra mediante GPS con corrección diferencial y se corrigió geoméricamente la imagen con ellos. El error medio fue de unos 23 metros (0,78 pixels) usando una función de transformación de segundo grado. El remuestreo (asignación de valores digitales a los nuevos pixels generados tras la corrección geométrica) se realizó mediante el método del vecino más próximo. La localización de los puntos de medida dentro de la imagen se hizo también empleando GPS con corrección diferencial y tomando como verdadero terreno una ventana 3 x 3 centrada en el pixel que contiene el punto de medida

2.2.2 Corrección atmosférica

Se usó la técnica de corrección del histograma por sus valores mínimos, consistente en desplazar hacia el cero el histograma de cada banda. Para saber cuanto desplazarlo se empleo la parte de la imagen que contiene al pantano del Guadalquivir, distante unos diez km en línea recta de la zona de estudio. Esta gran masa de agua debería dar valores cero, así que se busco el valor

máximo en cada banda en pixels puros de agua y se resto ese valor a las bandas de la zona de estudio, sin permitir valores de ND < 0

2.2.3 Corrección radiométrica

Para pasar de ND a reflectancia de la cubierta se usó la fórmula:

$$Ref(k) = K \frac{A0(k) + (A1(k)ND(k)) / (E0(k) \cos t)}{3,141592}$$

(Pinilla, 1995)

donde A0(k), A1(k) y E0(k) son los coeficientes determinados por Markham y Barker (1986), para cada una de las bandas, t es el ángulo cenital solar de la imagen (45.61°) y K un factor corrector de la distancia Tierra-Sol que para el 23 de Septiembre vale 1,00048931.

2.2.4. Estimación del valor de LAI

Los índices elegidos para la estimación del valor de LAI son dos de los más conocidos e intuitivos: ndvi y nir/red (simple ratio o sr). Ambos se basan en que la vegetación fotosintéticamente activa absorbe en el rojo (red) y emite en el infrarrojo cercano (nir). Se definen como sigue:

$$ndvi = (nir - red) / (nir + red)$$

el índice nir/red es simplemente el cociente entre el infrarrojo cercano y el rojo. Estas dos frecuencias coinciden con los canales 3 (630-690 nm) y 4 (760-900 nm) de LANDSAT-TM. La correlación es del mismo orden ambos índices, lo cual no es extraño, ya que pueden describirse como

$$sr = nir/red = (1 + ndvi) / (1 - ndvi)$$

Esta relación no es lineal ya que el incremento de nir/red por unidad de ndvi crece con el valor de ndvi. Nir/red es más sensible a las variaciones de LAI, aunque el error en su

determinación crece más para valores altos (Chen & Cihlar, 1996).

Los valores de las medidas de LAI sobre el terreno y los valores de NDVI y SR correspondientes a la imagen se encuentran en la tabla 1. Los datos de tierra se comparan con los valores de dos índices de vegetación en la imagen.

Las correlaciones entre los datos de tierra y la imagen son las siguientes :

$$LAI = 4,451 \cdot NDVI - 0,563$$

$$R^2 = 0,871 \quad SEE = 0,315$$

$$LAI = 0,261 \cdot e^{(3,386 \cdot NDVI)}$$

$$R^2 = 0,886 \quad SEE = 0,224$$

$$LAI = 0,503 \cdot SR - 0,149$$

$$R^2 = 0,897 \quad SEE = 0,283$$

$$LAI = 0,386 \cdot e^{(0,363 \cdot SR)}$$

$$R^2 = 0,82 \quad SEE = 0,282$$

Los valores de la correlación entre ndvi y nir/red y los datos de tierra son superiores a los obtenidos por la mayor parte de las referencias encontradas, exceptuando a Spanner et al (1994) y White et al (1997). Esto es aún más llamativo si considerando que el índice de cobertura es muy irregular, para valores de LAI > 2 hay una cobertura importante, superior al 50%, pero para valores inferiores el bosque se hace más abierto y son visibles para el satélite el suelo o la hierba y el matorral, si los hay. Este hecho ha sido citado frecuentemente como un problema (Nemani et al, 1993). Quizás influya un desarrollo relativamente escaso del sotobosque después del duro verano cordobés.

No se observa mejoría con índices corregidos NDVIc = NDVI.FC y SRc = SR.FC donde FC es un factor co-

Tabla 2.- Comportamiento de los dos ajustes del NDVI mediante validación cruzada (LAI: medidas de campo; LAIE: LAI obtenido mediante ajuste exponencial; LAIL: LAI obtenido mediante ajuste lineal)

	P12	P13	P21	P23	P24	P25	P26	P27	P3	P32	P41	P51	P81
LAI	2,4	1,4	1,1	2,4	2,6	1,3	1,2	2,7	1,9	0,5	0,4	2,9	1,1
LAIE	2,9	1,4	1,4	2,2	2,0	1,3	1,0	2,7	2,1	0,6	0,6	2,9	0,6
LAIL	2,6	1,7	1,7	2,2	2,1	1,6	1,2	2,5	2,2	0,5	0,3	2,5	0,6

rector basado en la banda 5 de LANDSAT-TM (Nemani et al, 1993) desarrollado para mitigar el efecto del sotobosque y que se define como

$$FC = 1 - [(MIR - MIR_{min}) / (MIR_{max} - MIR_{min})]$$

donde MIR es la reflectancia en la banda 5 (infrarrojo medio, 1550-1750 nm). MIR_{min} es la irradiancia de pixels de sotobosque puro y MIR_{max} la irradiancia de pixels con 100% de cobertura arbórea o en su defecto la más alta posible. La banda 5 es muy sensible a la presencia de sombras y ese puede ser el motivo de su falta de resultados ya que los valores de R² descienden hasta 0,8 tanto en NDVI_c como en SR_c.

Es muy interesante comparar los resultados de los ajustes con los obtenidos por otros autores:

$$\text{Este estudio SR} = 2,8031 + 6,1418 \log(\text{LAI}), \quad R^2 = 0,82$$

$$\text{Spanner et al(1994) SR} = 3,1196 + 4,5857 \log(\text{LAI}), \quad R^2 = 0,97$$

$$\text{Este estudio LAI}(\text{total}) = 0,571 e^{(3,386 \text{ NDVI})} \quad R^2 = 0,886$$

$$\text{White et al (1997) LAI}(\text{total}) = 0,227 e^{(4,972 \text{ NDVI})} \quad R^2 = 0,90$$

Para calcular LAI(total) se ha multiplicado LAI por 2,0 ya que White et al usan ese factor para mediciones de LI-COR 2000, aunque la mayor parte de las referencias hablan de 2,3 - 2,6. Hay que destacar lo distintos que son los ambientes estudiados por los diferentes autores, pinar mediterráneo en nuestro caso, National Glacier Park (Montana) en el de White et al y un gradiente climático y ecológico a lo largo de Oregon en el estudio de Spanner et al. En este último el sensor es también diferente, un simulador aerotransportado de LANDSAT-TM.

Al elegir un algoritmo para construir un modelo que determine el LAI desde un índice de vegetación hay que

escoger uno que de valores realistas para toda la imagen, no solo para nuestros puntos de medida. A continuación están los valores extremos de LAI usando cada uno de los cuatro algoritmos propuestos.

Intervalo de valores de	
NDVI	(-1,0 a +0,9677)
SR	(0,0 a + 12,0)

Intervalo de valores de LAI	
Ajuste lineal con NDVI	(-5,014,0 a 3,78)
Ajuste exponencial con NDVI	(0,0 a 6,87)
Ajuste lineal con SR	(-0,149 a 5,9)
Ajuste exponencial con SR	(0,386 a 30,0).

El ajuste lineal del NDVI es el único que da un valor realista de LAI para los pixels (muy pocos) con valores más altos del índice de vegetación. Sin embargo el ajuste exponencial de LAI se ajusta mejor a los datos experimentales. Y si ignoramos solo el 0,2 % más alto de los valores de LAI (60 pixels de un total de 30340, que corresponden a valores de NDVI > 0,81) tenemos un LAI extremo de superior de 4.1, valor bastante razonable. De hecho algunas de las medidas puntuales en las zonas de LAI más alto superaban dicho umbral.

Además así se evitan los datos de LAI negativo, sin significado físico y a los que hay que suponer iguales a 0. En el caso del NDVI son 2761 pixels (un 8,8 % del total), muchos más que los 60 del ajuste exponencial.

En la tabla 2 se compara el comportamiento de los dos ajustes del NDVI mediante validación cruzada. Esta técnica consiste en ir eliminando sucesivamente cada uno de los datos, hallar la curva de regresión con el resto y calcular el dato que falta a partir de dicha curva.

Para la curva exponencial obtenemos un ajuste LAIE = 0,073 + 0,947LAI,

con R² = 0,876, SEE=0,321 y RMSE=0,293. Para LAIL el ajuste, aunque aceptable, es inferior, con LAIL = 0,22 + 0,859LAI, R² = 0,836, SEE=0,358 y RMSE=0,330.

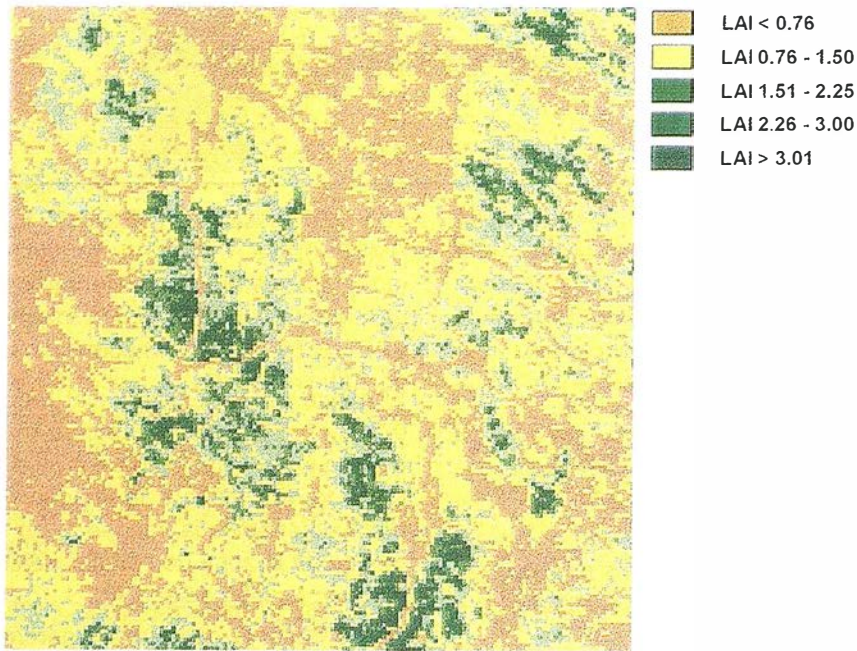
El ajuste con la exponencial LAI = 0,261 e^(3,386 NDVI) es claramente más preciso y es el elegido para el modelo. Si lo aplicamos a la imagen de NDVI obtenemos la imagen 1, en la que se ve la zona de estudio clasificada en función de su LAI.

No se observa saturación aparente en los índices de vegetación al aumentar los valores de LAI, contrariamente a lo que se dice en la mayor parte de la bibliografía. Sin embargo, esto no puede descartarse, ya que los puntos de medida tienen LAI < 3 y típicamente la saturación comienza con valores de LAI en torno a 3,5-4 (Spanner et al 1990,1994). Es posible que la zona de saturación no esté lejos y que los pixels con NDVI > 0,9 realmente correspondan a valores de LAI en torno a ese umbral, pero esto solo se podría afirmar tomando medidas en dichos puntos. De hecho el ajuste lineal (rechazado en favor del exponencial) predice un LAI máximo detectable de 3,9, correspondiente a NDVI igual a 1, máximo valor posible de este índice por definición. Este sería un ajuste lineal truncado. Habría sido muy interesante conocer el LAI en los puntos de máximo NDVI, ya que podría permitirnos construir un modelo más preciso en el extremo superior de la imagen, exponencial, parabólico o simplemente lineal truncado.

CONCLUSIONES

Las imágenes de LANDSAT-TM son una herramienta adecuada para determinar regionalmente LAI en bosques de coníferas en un ambiente mediterráneo, aunque conviene tener en cuenta las limitaciones en la pre-

MONTES COMUNALES DE ADAMUZ (CORDOBA). LAI



cisión, según la naturaleza del caso a estudiar.

Los resultados son comparables a otros obtenidos en ambientes muy distintos, lo que hace pensar que el método puede tener cierta universalidad. Parece aconsejable el uso de imágenes de finales de verano debido al menor desarrollo del sotobosque, al menos si lo que se desea cuantificar es el dosel arbóreo. También parece aconsejable un estudio de la imagen (u otra de la misma zona) previo a la toma de medidas de campo para incluir en ellas los puntos que presenten valores máximos de los índices de vegetación.

AGRADECIMIENTOS

Los firmantes desean expresar su agradecimiento a Francisco Villalobos Martín del Instituto de Agricultura sostenible de Córdoba (CSIC) por facilitarnos el uso del LI-COR 2000 y de su software para procesar los datos, y por sus comentarios, siempre valiosos; a Luca Testi, del mismo organismo por enseñarnos a manejarlo; a Arturo Fernández Palacios y Carmen Navarro Mezquita del Servicio de Evaluación de Recursos Naturales de la Consejería de Medio

Ambiente de la Junta de Andalucía por conseguir la imagen que se ha usado en este trabajo y a Juan Vicente Giraldez Cervera, de la ETSIAM, por su constante apoyo.

BIBLIOGRAFÍA

Chason, Baldocchi & Houston, *A comparison of direct and indirect methods for estimating forest canopy leaf area* Agricultural & Forest Meteorology, (1991), 57, 107-128

Chen *Optically-based methods for measuring seasonal variation of leaf area index in boreal conifer stands* Agricultural & Forest Meteorology, (1996), 80, 135-163

Chen & Cihlar *Retrieving Leaf Area Index of Boreal Conifer Forest Using Landsat TM Images* Remote sensing of environment (1996) 55:153-162

Curran, Dungan & Gholz *Seasonal LAI in Slash Pine Estimated with Landsat TM* Remote sensing of environment (1992) 39: 3-13

Danson & Curran *Factors Affecting the Remotely Sensed Response of Coniferous Forest Plantations* Remote sensing of environment (1993) 43:55-65

Deblonde, Penner & Royer. *Measuring leaf area index with the LI-COR LAI 2000 in pine stands* Ecology (1994) 73(5): 1507-1511).

Fassnacht, Gower, Norman & McMurtrie, *A comparison of optical & direct methods for estimating foliage surface area in forest* Agricultural & Forest Meteorology 71(1994)183-207.

Fassnacht, Gower, MacKenzie, Nordheim & Lillesand *Estimating the Leaf Area Index of North Central Wisconsin Forest Using the landsat Thematic Mapper*

Remote sensing of environment (1997) 61:229-245

Gower & Norman *Rapid estimation of leaf area index in conifer and broad leaf plantations* Ecology (1991) 72(5) 1896-1900

Li-Cor *Li-Cor LAI 2000 plant canopy analyzer. Instruction manual* (1990) LI-COR, Lincoln, Nebraska, USA

Markham & Barker *Landsat MSS & TM post-calibration dynamic ranges. Exoat-mospheric reflectances and at-satellite temperatures*. EOSAT Landsat: Technical Notes (1986), No 1 pp 3 - 8"

Nemani, Running & Band *Forest ecosystem processes at the watershed scale: sensitivity to remotely sensed leaf area index* International journal of remote sensing (1993) vol 14, no13, 2519-2534.

Peterson, Spanner, Running & Teuber *Relationship of Thematic Mapper Simulator Data to Leaf Area Index of Temperate coniferous Forests* Remote sensing of environment (1987) 22:232-341

Pinilla, L. *Fundamentos de teledetección* (1995) Ediciones RA-MA, pag 135

Smith, Chen & Black *Effects of clumping on estimates of stand leaf area index using the LICOR LAI 2000* Canadian Journal of Forest Research (1993) 23, 1940-1943

Smolander & Stemberg *Response of LAI-2000 estimates to changes in plant surface area index in a Scots pine stand* Tree Physiology, (1996) N° 16: 345-349

Spanner, Lars, Pierce, Peterson & Running *Remote sensing of temperate coniferous leaf area index: The influence of canopy closure, understory vegetation and background reflectance* International journal of remote sensing (1990) vol 11, no1, 95-111.

Spanner, Johnson, Miller, McCreight, Freemantle, Runyon & Gong *Remote sensing of seasonal leaf area index across the Oregon transect*. Ecological Applications 4(2) (1994) 258-271

Villalobos, Orgaz & Mateos. *Non destructive measurements of leaf area index in olive (Olea europaea L.) trees using a gap inversion method*. Agricultural & Forest Meteorology 73 (1995) 29-42

Villalobos y Mariscal *Conclusiones sobre el uso del PCA (Plant Canopy Analyzer), LI-COR LAI 2000* (1997) Instituto de Agricultura Sostenible. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Córdoba, España.

Waring & Running *Forest Ecosystems. Analysis at multiple scales* 1998. Academic Press. Pag 29

Waring, Schroeder & Oren *Application of the pipe model theory to predict canopy leaf area* Canadian Journal of Forest Research (1992)12,556-560

Welles & Norman. *Instrument for indirect measurement of canopy architecture*. Agronomy Journal (1991) 83 :818-825

White, Running, Nemani, Keane & Ryan *Measurement and remote sensing of LAI in Rocky Mountain montane ecosystems* Canadian Journal of Forest Research (1997) 27: 1714-1727 .

CARTOGRAFIA

GEOMAP

CARTOGRAFIA



C/ Villanueva, 2 - 28001 MADRID
Tel. 91 435 52 01 - Fax. 91 435 51 15

El Sismo de magnitud 4.6 al Sur del volcán Momotombo, 01 de marzo de 1998

Virginia Tenorio, Alejandro Morales, Wilfried Strauch, Emilio Talavera y William López.

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER).
Dirección de Geofísica.



*El sismo del 01 de marzo de 1998 ocurrido al Sur del Volcán Momotombo tuvo una magnitud $ML=4.6$, una profundidad de 8Kms. y fue seguida por una serie de réplicas. La intensidad sísmica máxima causada por el sismo fu de VI en escala de **Mercalli Modificada** en los alrededores del volcán. El sismo fue sentido en gran parte del Pacífico de Nicaragua. Este fue el sismo más fuerte en la cadena volcánica de Nicaragua después del evento de Rivas, 1985.*

Información Instrumental

El día domingo 01 de marzo de 1998, a las 08:51 PM hora local (02:51 PM UT), la Red Sísmica de Nicaragua registró un sismo fuerte que fue localizado por el sismólogo de turno en los alrededores del volcán Momotombo. La magnitud preliminar fue determinada en 4.1 (magnitud coda, M_c) Richter, una re-evaluación después dio $ML=4.6$, en base a la amplitud registrada en la estación sísmica MGA.

Sismología de INETER, varios canales del radio y algunos programas de televisión nicaragüense recibieron inmediatamente por teléfono muchos reportes de personas de gran parte del Pacífico de Nicaragua, sobre los efectos del sismo. Dentro de poco tiempo se supo que el evento fue sentido muy fuerte en los alrededores del volcán Momotombo y con menos intensidad en todo el área entre Chinandega, Rivas, Matagalpa y la costa del Océano Pacífico. El sis-

mo fue seguido de un enjambre sísmico que tuvo una duración de varios días. La red sísmica registró más de 60 réplicas que en su mayoría se ubicaron al Sur del volcán Momotombo. El programa SEISLOG detecta sismos cuando la señal en 3 estaciones sobrepasa el umbral programado. Este programa logró detectar 67 sismos del 02 al 10 de marzo, 1997, lográndose localizar todos.

Este fue el segundo enjambre sísmico en el lapso de 2 años, del volcán Momotombo. El enjambre de 1996 consistió en eventos con magnitudes hasta 3.6 y antes del evento mayor ocurrieron muchos sismos pequeños. Al contrario al enjambre actual que inició con el sismo principal y las réplicas tuvieron magnitudes mucho más bajas.

Localización de los Sismos

Después del sismo de las 08:51 PM hora local del día 01 de marzo de 1998, se generó un enjambre sísmico con más de 60 eventos, de los cuales se localizaron 44 sismos. Este enjambre duró aproximadamente un día, después ocurrieron eventos esporádicamente los días 03, 04, 05, 06 de marzo, 1998 de 1 a 2 eventos por día. Para el 08 de marzo el volcán Momotombo produjo otro enjambre sísmico, registrándose aproximadamente 20 microsismos, de estos se localizaron 13.

La magnitud osciló entre 1.8 a 4.6 en escala Richter. Se observa que no

hubo réplica con magnitud mayor que 3.2. Otra observación es, que la Red Sísmica en la configuración actual detecta muy pocos sismos con magnitudes menores que 2.0 en el área del volcán Momotombo.

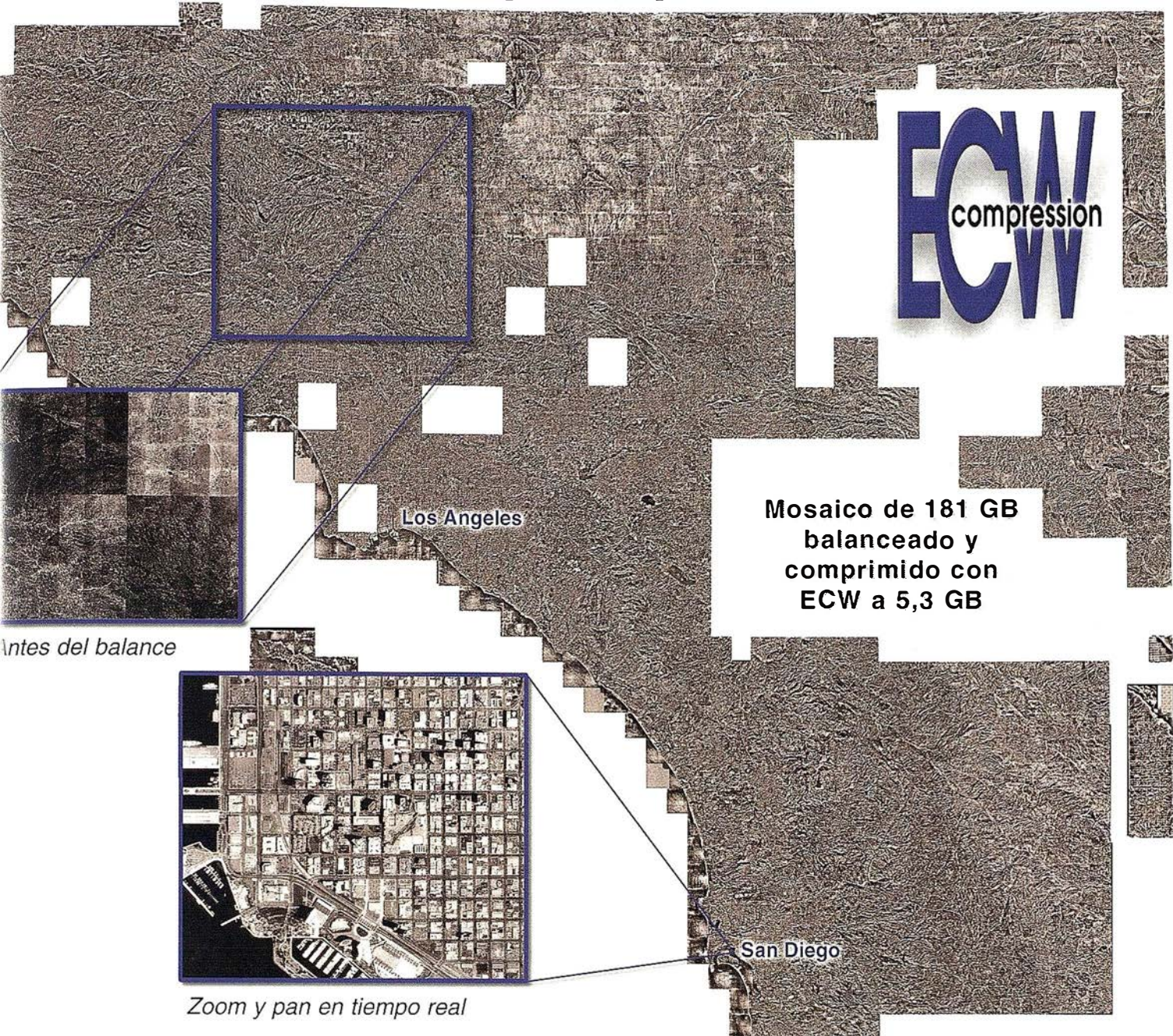
La profundidad de los sismos osciló entre 0 y 12 kilómetros.

RSAM (Medición en tiempo real de la Amplitud Sísmica)

Dado que los datos de la estación sísmica ubicada en la falda Sur del Momotombo se registran continuamente en RSAM, es interesante ver el comportamiento de la amplitud sísmica en esta ocasión. En el RSAM el sismo mayor alcanzó una amplitud de aproximadamente 158 unidades RSAM. Desafortunadamente no sabemos cómo fue la amplitud del resto de los sismos, ya que, al momento del sismo sentidos los programas RSAM y WILLY LEE dejaron de funcionar por algún problema de programación, que desconocemos. Después de reactivar los programas se logró observar que en los días siguientes las réplicas relativamente pequeñas causaron poca variación en el RSAM.

El sistema RSAM determina automáticamente el número de sismos por hora. En la gráfica de la Figura 5b se puede observar que el día 02 de marzo los sismos llegaron a 14 detecciones por hora, igual pasó con el 08 de marzo ese día llegó a 13 detecciones por hora.

Use imágenes comprimidas en cualquier aplicación



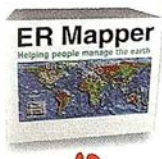
ECW
compression

**Mosaico de 181 GB
balanceado y
comprimido con
ECW a 5,3 GB**

Antes del balance



Zoom y pan en tiempo real



prepare
Your image solution
ECW compression
serve
ER Mapper
Image Web Server
use

Mosaico de 2.980 ortofotografías USGS DOQQ de 1 metro comprimido de 181 GB a solamente 5,3 GB usando los "wizards" de alto rendimiento de Balance y Compresión ECW. Use imágenes ECW en sus aplicaciones de Office, GIS, CAD y Web.

¡Descargue el Compresor ECW, los plugins y SDKs gratuitos hoy mismo!

www.ermapper.com

Todas las marcas, nombres de compañías y productos son marcas registradas de sus respectivos propietarios. Las especificaciones del producto están sujetas a cambios sin previo aviso.

ER Mapper
helping people manage the earth
www.ermapper-spain.com

Oficina para el Mediterráneo
Earth Resource Mapping Spain S.L
Bailen, 1
28280 El Escorial, España
Tel: +34 91 896 0379
Fax: +34 91 896 1243
Email: info@ermapper-spain.com

Aplicaciones Fotogramétricas sobre IDL

F. Buill.

A. Prades.

Departamento de Ingeniería del Terreno y Cartográfica.

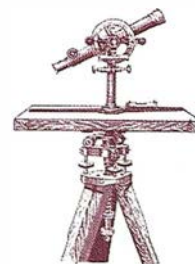
Universidad Politécnica de Cataluña.

F. Bonet.

D. Toril.

Estudiantes de Ingeniería Técnica Topográfica.

Universidad Politécnica de Cataluña.



Objetivo

Durante los dos últimos años se ha puesto en práctica la idea de realizar trabajos finales de carrera que no sean únicamente para cumplir requisitos de tipo académico. Se pretende que el alumno participe en la formación de una base de recursos para los laboratorios de la escuela y que posteriormente puedan ser completados por otros estudiantes o equipos de investigación.

Introducción

En la Escuela Universitaria Politécnica de Barcelona se imparten desde 1988 los estudios de Ingeniería Técnica Topográfica. En el seno de esta escuela se han creado el laboratorio de Fotogrametría y el de Cartografía y Teledetección donde se desarrolla parte de la docencia e investigación. Últimamente se ha llevado a cabo la implementación de algunas herramientas relacionadas con la fotogrametría digital haciendo uso de distintos lenguajes de programación. Después de algunas pruebas se ha escogido Visual C++ para trabajos que requieren la implementación completa y a bajo nivel de cada una de las rutinas. Pero los programas complejos son más fáciles de abordar con herramientas como las que ofrece el entorno IDL.

En este texto se presentan dos trabajos realizados sobre IDL, el primero consiste en la obtención de un modelo digital del terreno por corre-

lación automática y el segundo es una aplicación de fotogrametría digital para aerotriangulación analítica.



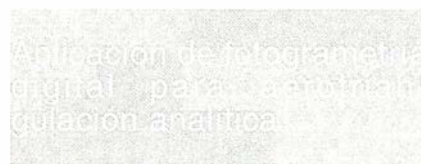
El trabajo consiste en implementar unas rutinas que permitan obtener un modelo digital del terreno a partir de la correlación automática de un par estereoscopio digitalizado.

Después de introducir los valores de calibración de la cámara utilizada, se toman de manera asistida las coordenadas imagen de las marcas fiduciales para poder efectuar la orientación interna del par fotográfico. Seguidamente, el sistema realiza la orientación relativa, para ello el usuario debe escoger un mínimo de cinco puntos homólogos del par fotográfico. El procedimiento consiste en marcar un punto en la primera fotografía y el programa buscará su homólogo mediante una correlación asistida.

El usuario debe introducir en el sistema, previamente al proceso de correlación, la zona de recubrimiento, el tamaño de la ventana de búsqueda para la localización de puntos homólogos y el tamaño de la malla que conformará el modelo.

En este punto, el programa genera una malla regular sobre la primera fotografía y va encontrando los puntos correspondientes en la segunda. Las coordenadas de cada nuevo pun-

to son incorporadas a un fichero de formato texto. Este sistema de búsqueda funciona correctamente en zonas de alto contraste, pero la correlación falla en porciones de la imagen poco contrastadas como se puede apreciar en las zonas pertenecientes al río.



El programa para aerotriangulación analítica, *AeroSTAD v1.0*, dispone de las herramientas necesarias para la aerotriangulación digital de bloques tanto aéreos como terrestres así como de los accesorios necesarios para el procesamiento de imágenes.

La aplicación consta de diferentes herramientas para la mejora de la calidad de las imágenes, como son los ajustes de contraste (expansión lineal y ecuilibración), los filtros (pasa bajo lineal, mediana y realzador de bordes) y extractores de bordes (lineales, Roberts y Sobel).

Dispone de diferentes transformaciones de coordenadas útiles en las etapas del proceso fotogramétrico, como son: la transformación de las fotocoordenadas pixel a un sistema de coordenadas imagen fiducial, la corrección de la deformación de la imagen en el proceso de refinamiento, y la obtención de las coordenadas planimétricas aproximadas de los puntos de vista y de los puntos

de control menor durante la aerotriangulación.

Efectúa el refinamiento de fotocoordenadas, corrigiendo la deformación de la imagen, la reducción al punto principal y la distorsión radial de las lentes a partir de los parámetros que suministra el certificado de calibración. La refracción atmosférica y la curvatura de la Tierra se corrigen con modelos clásicos.

El método de aerotriangulación utilizado es el método simultáneo o de haces ya que es el que ofrece unos resultados más satisfactorios.

El programa dispone de tres soluciones, de las cuales la más precisa es la que utiliza el método de variación de fotocoordenadas. El proceso iterativo se detiene en función de la convergencia de los valores de los tres ángulos que se calculan.

La aplicación divide el proceso de la aerotriangulación en tres partes: la *definición del bloque* (figura 5), la *definición del canevas* y la *aerotriangulación* de éste.

La aplicación permite trabajar tanto con bloques terrestres como aéreos; en el caso terrestre se pueden obtener las coordenadas en un sistema arquitectónico o bien en un sistema cartográfico.

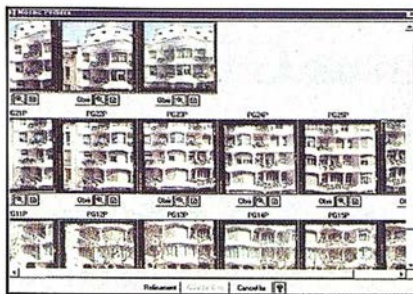


Figura 5: Definición del bloque

La definición del canevas se puede llevar a cabo mediante captura digital de fotocoordenadas (figura 6) o bien mediante fotocoordenadas obtenidas en un comparador. En el caso digital, se puede trabajar con nueve formatos diferentes de imagen.

Esta aplicación fotogramétrica ha sido probada en diferentes casos, mediante captura digital de fotocoordenadas o a través de fotocoordenadas comparador usando cámaras métricas y semimétricas. En todos los casos se obtuvo la precisión esperada.

La programación con IDL ha supuesto un ahorro muy importante en el tiempo destinado a la generación de aplicaciones que requieren rutinas de

visualización, tratamiento de imagen y manejo, en general, de gran cantidad de información. El tiempo requerido para el aprendizaje de este lenguaje es sustancialmente menor que el necesario para hacer lo mismo en otros lenguajes de más bajo nivel.

Somos conscientes de que las aplicaciones se pueden ampliar, pero hay que advertir que el tiempo dedicado a cada uno de ellos es aproximadamente de ocho meses en los que se debe incluir el aprendizaje del lenguaje IDL. En la actualidad, en nuestros laboratorios, se están desarrollando nuevos trabajos sobre IDL relacionados con la fotogrametría y, paralelamente, se están completando y ampliando los que aquí se han mostrado.

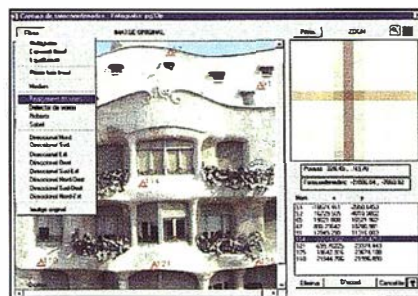


Figura 6: Captura de fotocoordenadas

SERVICIOS TÉCNICOS GORBEA, S.L.

TRASLADA SUS OFICINAS

SERVICIOS TÉCNICOS GORBEA empresa de Vitoria (Álava), dedicada a la distribución y alquiler de productos topográficos, sistemas de información geográfica GIS y sistemas GPS, traslada sus oficinas de atención al público, desde el Parque Tecnológico de Álava al centro de la ciudad de Vitoria.

Con este traslado, **SERVICIOS TÉCNICOS GORBEA**, pretende acercarse físicamente a sus clientes para así poder mantener una más estrecha relación y colaboración.

Desde esta nueva localización, se seguirán ofreciendo los mismos servicios de Venta y Alquiler de material topo-

gráfico que la empresa venía ofreciendo desde hace años a través de la colaboración que mantiene con las principales marcas del sector, actuando como distribuidores de: TRIMBLE, JAVAD, GARMIN y MAGELLAN en GPS, ZEISS, SOKKIA y GEODIMETER en cuanto a aparatos topográficos, ARC INFO, ARC VIEW, GEOMEDIA y AUTOCADMAP en Sistemas de Información Geográfica, y el software TCP para la ingeniería cartográfica, topográfica y de obra.

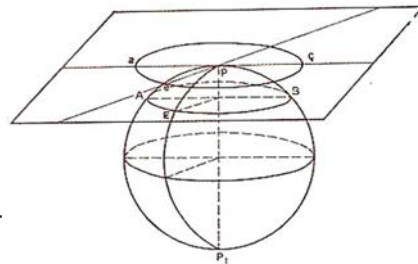
Según uno de sus propios trabajadores: «**Aquellos que nunca cambiará será nuestro objetivo final: Ofrecer**

la mejor calidad y el mejor y más completo servicio al mejor precio. Nosotros le podemos ofrecer instrumentos topográficos, servicio de mantenimiento y de alquiler propio. Además de un amplio abanico de cursos en formación en diversas tecnologías».

SERVICIOS TÉCNICOS GORBEA invita a todos sus clientes y aquellos que deseen conocernos a que visiten nuestras nuevas instalaciones, donde podrán ver o ser informados de los principales productos que la empresa comercializa y ser obsequiados con un pequeño detalle.

Integración de datos GPS en un prototipo SIG

M^a Isabel Ramos Galán. Andrés Molina Aguilar. Francisco R. Feito Higuera. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Jaén. Dpto. de Informática.



1. Introducción

La evolución y aplicabilidad de los Sistemas de Información Geográfica ha aumentado en gran medida a lo largo de los últimos años, de hecho son muchos los organismos tanto públicos como privados que están implementando estos sistemas como herramienta de trabajo. Uno de los elementos que caracterizan a un SIG es la capacidad que ofrece al usuario de obtener información tanto gráfica como alfanumérica contenida en un proyecto ya cargado. La información es el apartado más importante dentro de un proyecto SIG, a la vez que el más complejo de cara a crear un sistema con la suficiente potencia como para hacer frente a cualquier tipo de consulta la cual deberá ser contestada de forma explícita o implícita por el sistema.

La geodesia por satélite también tiene su apartado en los sistemas de información geográfica. En concreto el G.P.S. (Global Positioning System) que permite registrar las coordenadas sobre el terreno mediante un receptor que capta las ondas emitidas por varios satélites. Mediante determinados cálculos de triangulación, el receptor obtiene y registra la posición

en que se encuentra, con un pequeño margen de error que estará en función de la metodología de observación empleada.

En este proyecto se ha empleado la técnica GPS para el control de errores en la captura de la información espacial a incluir en el Sistema de Información Geográfica:

2. Trabajo en gabinete

La mayor parte de la información gráfica que contiene un SIG procede de la digitalización de mapas, ésta, como cualquier otra actividad que implique la toma de datos, conlleva cierto grado de error e incertidumbre, por lo que hemos de establecer el error máximo permitido o RMS (root-mean-square) permitido. Para ello, se empleará el estándar de precisión del mapa nacional de los Estados Unidos (United States National Accuracy Standards), aplicable a cualquier zona terrestre, y por lo tanto, a cualquier cartografía.

Este estándar establece que los mapas no deben tener más de un 10% de puntos con un error superior a 1/30 pulgadas para planos con escala igual o superior a 1:80.000 y a 1/50 pulgadas para planos con escalas inferior

res a 1:80.000. En términos estadísticos, la precisión estándar que proporciona el RMS permitido requiere que el 90% de los errores accidentales no sean superiores a 1.4 veces el RMS (es decir, 1.64 veces la desviación típica se considera una distribución normal del error) (Ecuación 1).

El RMS calculado deberá ser menor o igual al RMS permitido que será la tolerancia del error que se pueda cometer a la hora de digitalizar. El RMS calculado se obtiene a partir de las coordenadas reales y digitalizadas (éstas son dadas por el programa empleado, en este caso se ha trabajado con el MapInfo) de los puntos de control empleados para georreferenciar (posicionar la superficie a digitalizar dentro de un sistema de referencia concreto).

$$\text{RMS calculado} = \sqrt{\frac{\sum (d-t)^2}{n-1}}$$

en donde

d = distancia real (obtenidas por GPS)

t = distancia teórica (dadas por MapInfo en pantalla)

n = número de puntos

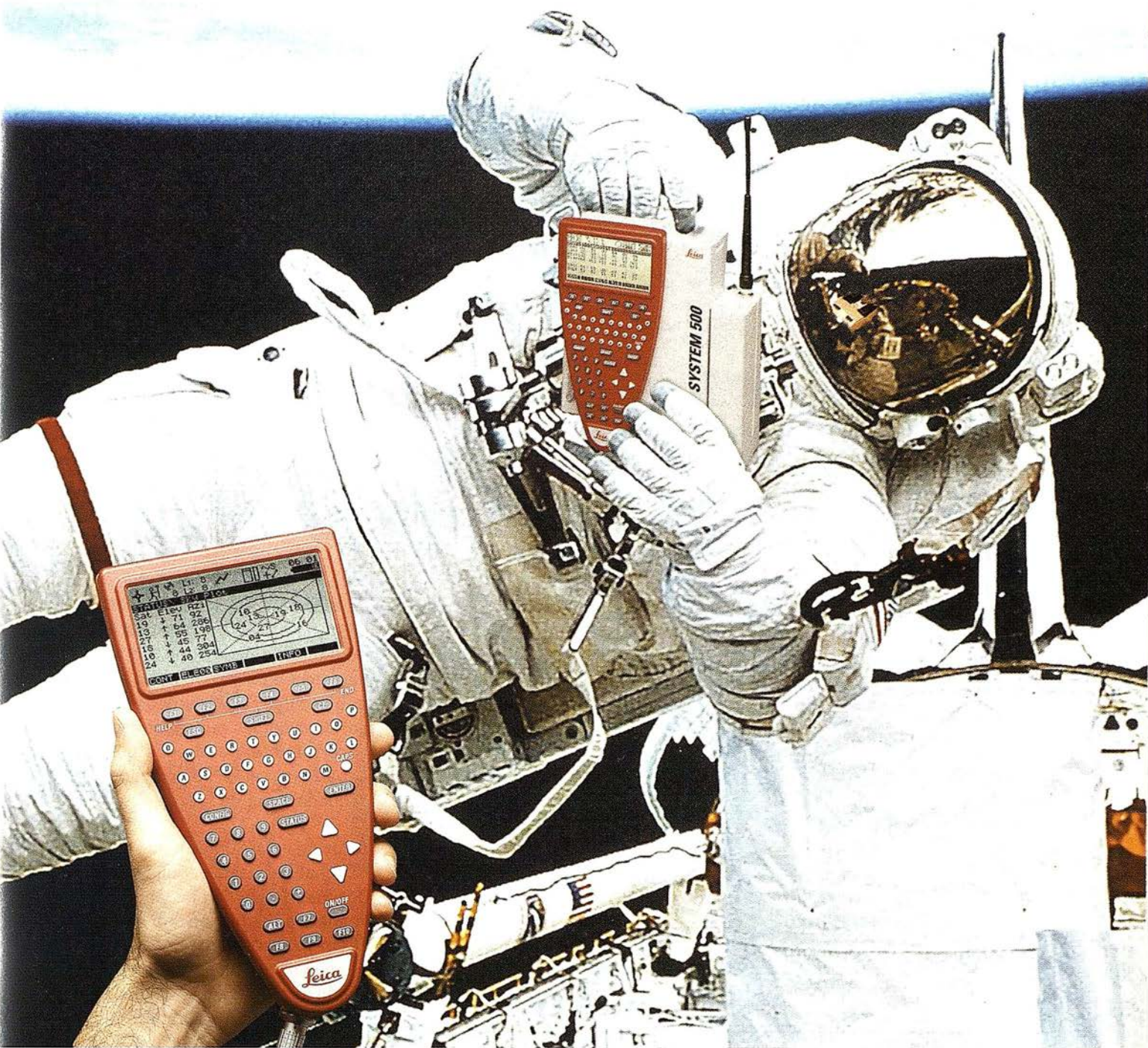
$$\text{RMS permitido} = \frac{\text{error aceptable sobre el terreno}}{\text{probabilidad Z de ocurrencia}} = \frac{\text{error aceptable sobre el terreno}}{1.64}$$

Error aceptable sobre el terreno = Error en el mapa * Escala de conversión * Unidades de conversión .

Ecuación 1

30 40 50

System 500... el amanecer de una nueva era



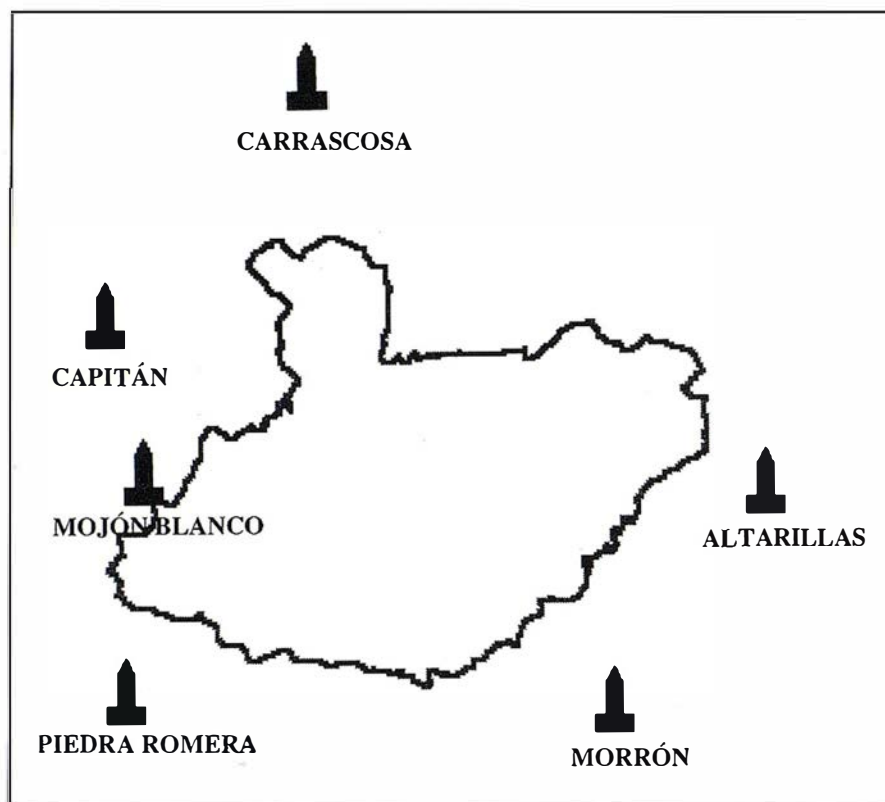
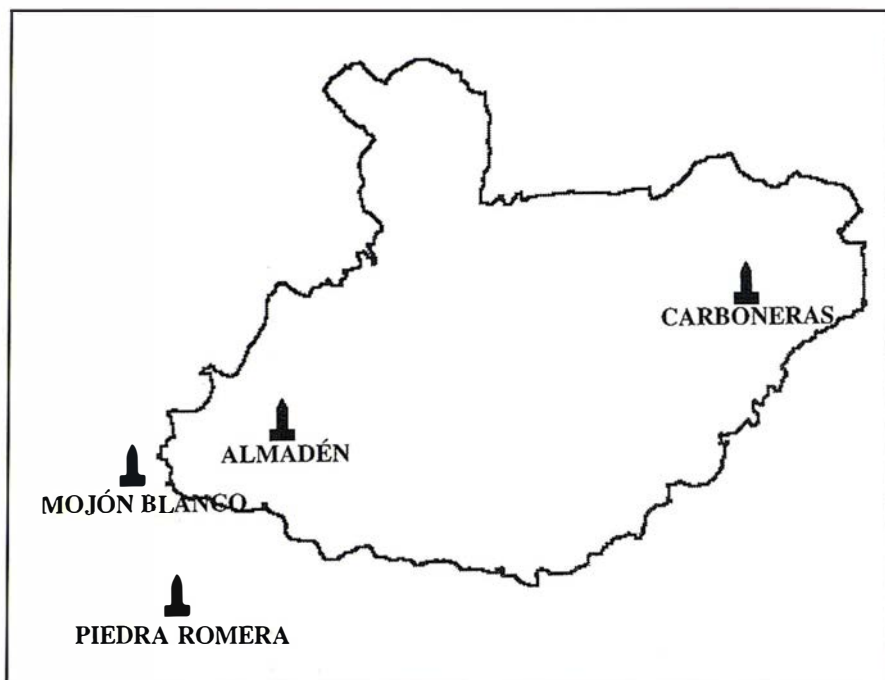
GPS 01-99s

«Un Pequeño Paso para el Hombre, Un Salto de Gigante para...» Nuevo System 500 de Leica, el Nuevo Estándar Mundial en Topografía GPS. Con él, su trabajo se hará más fácil. El System 500 ha sido concebido para el más alto rendimiento, desde su reducido tamaño y bajo peso hasta su diseño modular, y a un precio que usted puede afrontar. Es la mejor solución GPS para cualquier aplicación, disponiendo

en un mismo equipo de dos configuraciones, todo en bastón o en mochila, ya sea en coche, barco o cualquier medio de transporte. No más barreras gracias a sus baterías fácilmente insertables y tarjetas PCMCIA de gran capacidad. Es un pequeño paso para el hombre, pero un salto de gigante para la topografía. Contacte con nosotros a través del +41 71 727 31 61 (Europa) o través de su representante local.

Leica

MADE TO MEASURE



Los puntos de control empleados son los que aparecen en el gráfico siguiente:

3. Trabajo de campo:

En este proyecto se ha empleado el G.P.S para obtener las coordenadas

reales de los puntos de control. Se ha optado por emplear esta técnica por tratarse de puntos muy alejados entre sí y por tanto con nula intervisibilidad, motivos por los cuales a no ser por este sistema sería bastante difícil la obtención de sus coordenadas por topografía clásica.

Hay que señalar que los puntos medidos son vértices geodésicos de primer orden con lo cual las coordenadas son conocidas y proporcionadas por el I.G.N (Instituto Geográfico Nacional), no obstante se ha incluido este apartado en el prototipo para mostrar la utilidad de este sistema para aquellos casos en los cuales por las características de la zona no hubiera puntos de control conocidos o en el caso de haberlos no tuvieran la distribución adecuada para realizar correctamente el análisis de errores.

Los trabajos de campo consistieron en lo siguiente:

En primer lugar se determinó una red de apoyo exterior al Parque Natural. Ésta, estaba compuesta por seis vértices geodésicos de primer orden situados en el contorno del Parque. Estos vértices son: Carrascosa, Capitán, Mojón Blanco, Piedra Romera, Morrón y Altarillas.

Para la observación se utilizaron cuatro sistemas GPS bifrecuencia (SR 399). Se tomaron datos desde cuatro de los vértices de la red a medir durante 1 hora y 30 minutos a 1 hora y 45 minutos. Transcurrido este tiempo, dos vértices quedaban fijos y se observaban los otros dos que quedaban por medir, realizándose una segunda toma de

datos de igual duración que la primera. Finalizada esta segunda fase, los dos que quedaron fijos en ésta y en la primera, fueron los que se desplazaron sus receptores a los dos vértices que no fueron utilizados en la segunda toma de datos y se realizó una tercera medición durante el mismo periodo de tiempo. Hecho esto ya se tenían todas las posibles líneas base de la red.

A continuación, estos datos fueron volcados al ordenador para su procesamiento, se ajustó la red llegándose a la conclusión de que existían algunas líneas base que contaban con un error no tolerable, con lo que se decidió volver a medirlas, aprovechando



La topografía más fácil.

TOPOGRAFIA

.Procesa ficheros de estaciones totales y libretas electrónicas
.Compensación de poligonales, intersecciones directas e inversas, conversiones a/de UTM, transformaciones de coordenadas

PERFILES LONGITUDINALES

.A partir de modelo o cartografía digitalizada .Definición gráfica o numérica de rasantes .Personalización de guitarras

PERFILES TRANSVERSALES

.Edición gráfica o numérica .Dibujo en modo continuo o en formatos .Inserción de perfiles en fases .Utilidades de conversión

PUNTOS

.A partir de ficheros de diversos formatos o entidades dibujadas automáticamente a partir de códigos .Múltiples operaciones de edición y consulta

SECCIONES TIPO

.Urbanas o de carreteras .Definición de plataformas, cunetas, taludes, capataces, muros, geología, peraltes, etc

MODELO DIGITAL

.Cálculo de curvas de nivel .Dibujo interactivo de rasantes .Edición interactiva de superficies .Múltiples superficies

VOLUMENES

.Por diferencia de perfiles, mallas o superficies digitales .Listados de cubicación, de volúmenes de masas, etc

CURVADO

.Generación automática a partir de modelo digital .Suavizado opcional .Etiquetado manual o automático

MAPAS

.Representación de alturas, pendientes, direcciones, malla 3D, conversión a sólidos, renderizado, etc

REPLANTEO

.Gestión de bases .Replanteo de puntos sobre eje .Control de alineaciones

ALINEACIONES

.Creación a partir de polilíneas o ficheros externos .Herramientas de encaje de rectas, curvas y clotoides .Acotación automática...

UTILIDADES

.Conversión de ficheros de cartografía, elevación de entidades, herramientas de dibujo, dibujo de taludes, etc

REQUERIMIENTOS

.Procesador PENTIUM 100 ó superior
.Lector CD-ROM
.MS-DOS, Windows 3.X, Windows 95/98, Windows NT
.AutoCAD 12, 13, 14 ó 2000
.Tarjeta Gráfica 800 x600

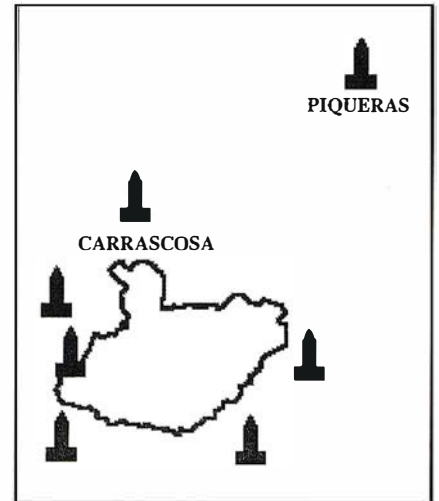
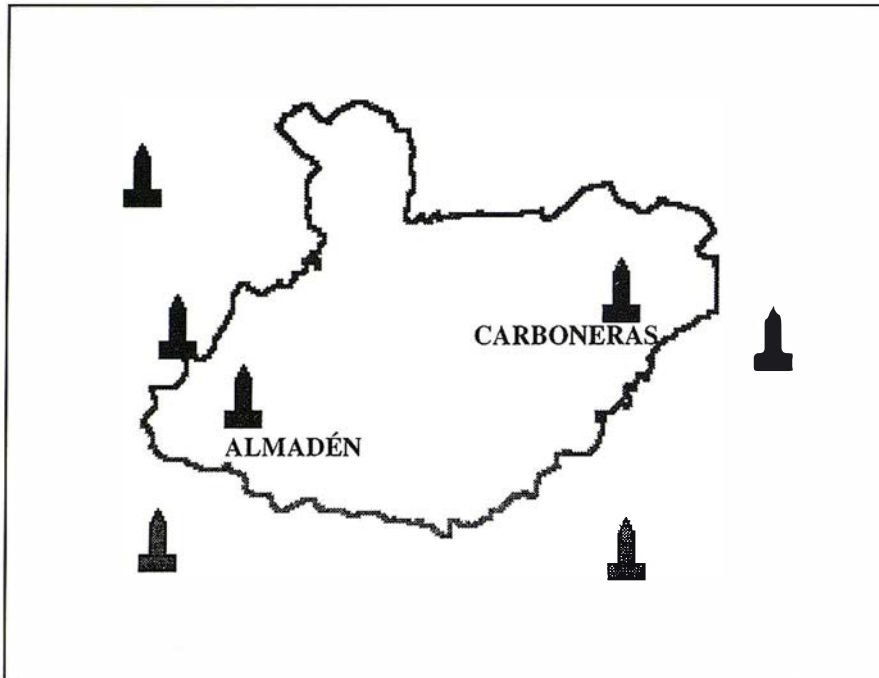
MODELO DIGITAL DEL TERRENO
Soluciones para Ingeniería Civil y Topografía en AutoCAD®

TCP



TCP Informática y Topografía
Diseño y Programación de Aplicaciones Técnicas
TOPOGRAFIA
INGENIERIA CIVIL
CONSTRUCCION
C/ Sumatra, 11
E-29190 Málaga (España)
Tlf.: 95 243 97 71
Fax: 95 243 13 71
E-mail: tcp@tcpit.es
web: www.tcpit.es





que tendríamos que ir a dar coordenadas a dos vértices interiores del Parque serían dos de los puntos de control del presente proyecto, Almadén y Carboneras.

Un segundo día completo de campo se empleó en la toma con tres sistemas GPS bifrecuencia de todas las líneas base de mayor error y dar coordenadas a uno de los vértices interiores del Parque (Almadén).

Una segunda jornada en gabinete se empleó para los cálculos de la red, utilizando las últimas mediciones y se dio coordenadas al vértice Almadén, alcanzándose unas precisiones por debajo de 2 cm.

Ya sólo restaba dar coordenadas al segundo vértice interior (Carboneras). Posteriormente, estos datos fueron trasladados al ordenador donde se obtuvieron las coordenadas de este segundo vértice del parque.

Con todo esto se tiene ya establecida la red de apoyo, pero para darle coordenadas más precisas, se realizó una red formada por cinco vértices geo-désicos que incluía al vértice Piqueras perteneciente a la red Iberia'95 y al vértice de la red de este trabajo, Carrascosa.

De esta forma se ajustan las coordenadas de uno de los vértices a partir

de las de Piqueras, con lo que las coordenadas de los vértices de la red serán más precisas. La medición de esta red consistió en la toma de datos desde los cinco vértices a la vez durante tres horas y cuarto, asegurando de este modo la precisión perseguida.

Todos estos cálculos fueron previos a los que serían definitivos. Una vez llegados a este punto, se decide que los vértices Almadén y Carboneras, que sólo están radiados desde Carrascosa, sean incluidos en la red para darle más consistencia a ésta. Para ello, se utilizan cinco sistemas GPS bifrecuencia (tres antenas SR 399 y dos AT 302).

El vértice Morrón tuvo que ser eliminado de la red pues en sus proximidades existe una antena de repetición y producía interferencias y grandes errores en la determinación de las distintas líneas base a este vértice. Por tanto, se contaron con siete vértices en la red. La observación se realizó en dos fases con una duración de 1 hora y 45 minutos cada una, en ambas se dejaron fijos los vértices Almadén, Carboneras y Carrascosa y los otros dos equipos se fueron desplazando por el resto de los vértices.

Una vez realizada la toma de datos, estos fueron volcados al ordenador y a través del programa Ski, para tratamiento de observaciones GPS, se obtuvieron las coordenadas, se ajustó la red y se realizó la transformación al sistema de referencia UTM obteniéndose las siguientes coordenadas y los siguientes parámetros de transformación:

Vértice	Este	Norte	Altura
Almadén	452560.9150	4176236.5558	1851.1820
Altarillas	472962.1602	4178318.4636	1034.9003
Capitán	448709.1879	4184628.2920	737.0131
Carboneras	467062.7943	4180213.3713	1479.5026
Carrascosa	456170.7890	4193410.4590	511.9020
Mojón Blanco	450031.3288	4178917.7998	1462.1628
Piedra Romera	449318.3456	4170809.6401	972.5515



“Que el departamento de publicidad de nuestra compañía sean sus clientes tiene una sola pega.”

Si se niegan a realizar el anuncio, no podemos obligarles.

Para más información de la empresa, nuestra Web: www.cadicsa.com - Tlf. 91.328.12.16 - Fax. 91.437.65.88
e-mail: cadic@cadicsa.com



Parámetros de transformación :

Modelo de transformación: Molodensky – Badekas

Rotación original:

Xo: 5038643.006 m

Yo: -304761.380 m

Zo: 3887577.055 m

Parámetro	Valor	R.M.S.	Dimen.
Traslac. DX	82.330	0.0379	m
Traslac. DY	107.898	0.0379	m
Traslac. DZ	120.854	0.0379	m
Rotación eje X	5.950598	0.8227	“
Rotación eje Y	4.935936	1.3384	“
Rotación eje Z	-4.676174	0.8261	“
Escala	-17.775620	3.4542	ppm

Sus coordenadas reales y teóricas son:

VÉRTICE	X_real	Y_real	X_teórica	Y_teórica
ALMADÉN	452560.9150	4176236.5558	452561.0728	4176236.548
CARBONERAS	467062.7943	4180213.3713	467061.7333	4180204.806
MOJÓN BLANCO	450031.3288	4178917.7998	450026.4245	4178913.785
PIEDRA ROMERA	449318.3456	4170809.6401	449318.1123	4170808.350

Cuadro resumen del análisis de errores:

ESCALA	RMSpermitido (m)	RMScalculado (m)
1:10.000	5.16	3.27
1:25.000	12.91	3.27
1:50.000	25.81	3.27
1:200.000	61.95	3.27

Como se aprecia en el cuadro las precisiones obtenidas son adecuadas para realizar la digitalización con una calidad adecuada.

4. Bibliografía

Javier GutiérrezPuebla, Michael Gould. SIG: sistemas de información geográfica. Editorial SINTESIS. Colección Espacios y Sociedades.

Miguel Calvo Melero. Sistemas de información geográfica digitales. Sistemas geomáticos.

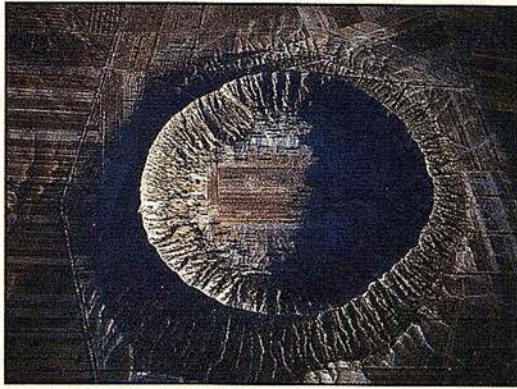
Francisco Feito Higuera, Andrés Molina Aguilar, Juan de Ruiz Miras. Análisis y Gestión de Datos (Apuntes). Universidad de Jaén. Servicio de publicaciones e intercambio científico.

Juan de Ruiz Miras, Andrés Molina Aguilar. Bases de Datos: Diseño y

Explotación. Universidad de Jaén. Servicio de publicaciones e intercambio científico.

Donna J. Peuquet y Dune F. Marble. Introductory readings in Geographics Information System. Taylor & Francis.

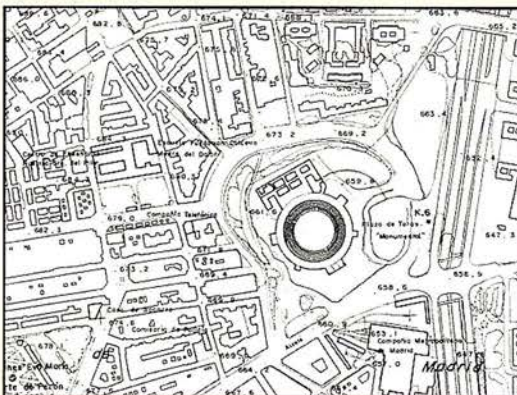
Larry Daniel, Paula Loree y Angela Whittener. INSIDE MapInfo Professional. ONWORD PRESS.



ESTO LO CREO SOLA LA NATURALEZA



AQUI EL HOMBRE YA COLABORO CON LA
TOPOGRAFIA CLASICA



HOY, SE APOYA Y ACTUALIZA CON GPS

**ESPECIALISTAS EN EQUIPOS DE TOPOGRAFIA, GPS Y
LASER**

ASISTENCIA Y MINERIA S.L.
Quintana,23
28008 Madrid
Tel: 91-5428063
Fax: 91-5595674



TRAGSATEC INTRODUCE EN ESPAÑA IMAGE WEB SERVER, PRODUCTO LÍDER EN LA PUBLICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE IMÁGENES VÍA INTERNET-INTRANET



Tecnologías y Servicios Agrarios, S.A. TRAGSATEC, empresa encuadrada en el grupo TRAGSA, anuncia la distribución en España del nuevo producto IMAGE WEB SERVER, desarrollado por la compañía Earth Resource Mapping, propietaria asimismo del popular ER Mapper, producto sólidamente implantado en el mercado de la Teledetección.

IMAGE WEB SERVER es una herramienta increíblemente potente para permitir el acceso de hasta terabytes de datos a través de Internet, ofreciendo un excitante abanico de nuevas posibilidades para todas aquellas Organizaciones para las que las imágenes (fotografía aérea, satélites, cartografía, planos técnicos, medicina, y en general archivos de imágenes de cualquier tipo) son una herramienta cotidiana de trabajo.

Hasta ahora se hacía inviable disponer de grandes volúmenes de datos a través de Internet, si bien la industria demanda cada vez con más fuerza el acceso a grandes bases de datos de imágenes en tiempo real y a un coste competitivo en términos de comunicación y equipamiento.

¿Cómo consigue esto IMAGE WEB SERVER? Parte de la solución es la compresión. Earth Resource Mapping ha desarrollado ECW (enhanced compressed wavelet), el producto más rápido del mercado para realizar compresión y descompresión de imágenes sin pérdida apreciable de calidad en las mismas.

Aunque la reducción en el tamaño de la imagen original hasta en proporciones de 50:1 mejora sensiblemente el problema del espacio necesario para su almacenamiento, si hablamos

de 1GB en el fichero original, aún es necesario resolver la descarga de 20 MB de la imagen comprimida a través de Internet en un tiempo razonablemente corto.

Para superar esta limitación, IMAGE WEB SERVER combina la compresión de la imagen con su segmentación, transfiriendo solamente la porción de la misma que se va a mostrar en la pantalla del cliente. Solamente se transfiere lo que se necesita y en formato comprimido a través de un protocolo propio (ecwp), realizando la descompresión el cliente en el momento de la recepción y presentación en el monitor, sin que esto suponga un retardo por grande que sea la imagen que se consulta.

El acceso se puede realizar a través de navegadores de Internet o desde aplicaciones como ER Mapper, MapInfo, ArcView o incluso productos de MS Office. Los plugins permiten realizar funciones de PAN y ZOOM en tiempo real en la aplicación de su elección.

Las aplicaciones para IMAGE WEB SERVER pueden ser tantas como podamos imaginar en el ámbito de la publicación y comercialización de imagen en la web. En el terreno del comercio electrónico, el cliente podrá solicitar y pagar por exactamente lo que desea. La utilización en Intranets de grandes organizaciones, y en la Administración permitirá compartir por sus diferentes unidades o departamentos grandes bancos de datos empleando la infraestructura de red ya dispuesta y operativa.

Tanto para ampliar información como para comprobar el manejo de imágenes de hasta 1 TB, los interesados pueden visitar la página de IMAGE WEB SERVER en www.EarthEtc.com



Distribuidor para España:
TRAGSATEC

Conde de Peñalver, 84
28006 Madrid, España
Tel: +34 91 396 34 63
Fax: +34 91 396 34 10
Email: reb@tragsatec.es



A tu Aire, una nueva forma aprender Fotogrametría

Javier Gómez Lahoz .
Escuela Politécnica Superior de Ávila.
Universidad de Salamanca



INCONVENIENTES DE LA FOTOGRAMETRÍA

A tu Aire es un curso sobre soporte informático para aprender los Modelos Matemáticos fundamentales de la Fotogrametría con una carga lectiva aproximada de seis créditos teóricos y cuatro créditos prácticos. Se trata de un curso que pretende salir al paso de las dificultades intrínsecas que presenta esta disciplina al tiempo que optimiza sus aspectos positivos.

Entre los inconvenientes cabría citar:

Modelos matemáticos laboriosos (aunque no complicados conceptualmente) difíciles de resolver "a mano".

Como consecuencia, se da una fuerte dependencia de instrumentos técnicos sofisticados y caros lo que tiende a crear la sensación de que la fotogrametría es una cuestión de los restituidores analíticos y digitales. Estos restituidores, además, funcionan de forma bastante opaca al usuario.

Como consecuencia, se da una disociación entre los contenidos teóricos y las destrezas prácticas sin que se dé el mutuo reforzamiento que sería esperable y deseable.

Entre las ventajas cabe hablar de:

Existencia de un Método General, aplicable a prácticamente la totalidad de los casos que permite desarrollar una perspectiva global, un esquema integrador, con el que in-

terpretar y comprender mejor las diferentes situaciones particulares.

Naturaleza gráfica de los fundamentos fotogramétricos lo que facilita su comprensión, estudio y asimilación

A Tu Aire es así curso por ordenador para aprender Fotogrametría Analítica que pretende mejorar el rendimiento académico condicionado por los factores antes reseñados y, al mismo tiempo, invitar al alumno/a a asumir la dirección de su estudio, a que administre su esfuerzo y su tiempo "a su aire", sin depender de un profesor o de otras instancias. Podemos hablar así de:

Objetivos Fotogramétricos

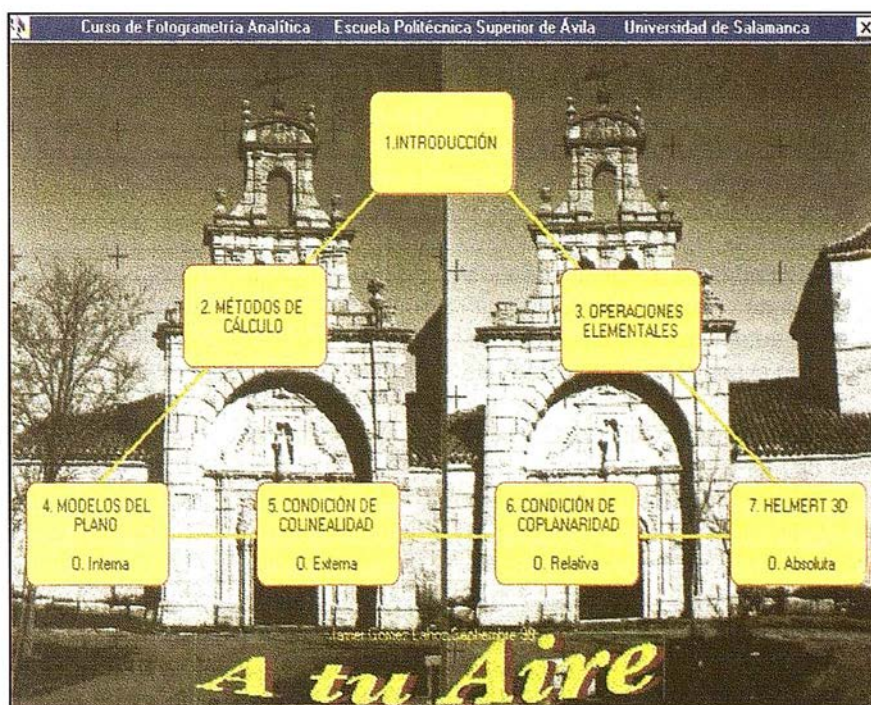
Potenciar la asimilación de los contenidos teóricos estimulando el es-

tablecimiento de vínculos significativos entre las diversas partes de la materia.

Facilitar la resolución de ejercicios numéricos proporcionando un **Calculador** que permite diversos grados de automatización en la misma.

Mejorar la relación entre los conocimientos técnicos y las destrezas prácticas proporcionando un programa de prácticas **A Fondo** que integra ambos elementos en un mismo cuerpo operativo.

Explotar la naturaleza gráfica de la Fotogrametría proporcionando un **Simulador** dinámico de las diversas situaciones geométricas asociadas a los modelos matemáticos.



Objetivos Didácticos:

Fomentar el estudio **crítico y autónomo** como corresponde a un profesional ingeniero de hoy en día que debe actualizar sus conocimientos de forma constante y eficaz.

2. CONTENIDOS DEL CURSO

El curso se compone de siete temas que quedan recogidos en la portada de la Aplicación de manera que el alumno/a tenga, desde el primer instante la visión completa de la materia que va abordar (ver figura). Se trata de un índice dinámico por el que se accede a cada uno de los temas con su conjunto de contenidos y actividades.

Cada uno de los temas se estructura según el gráfico 1.

Contenidos teóricos: son el núcleo de cada tema. Desde ellos accederse al resto de actividades. Presentan la siguiente articulación:

- Presentación en la que se ofrece al alumno/a el propósito del tema, su importancia y su situación respecto del conjunto de la materia.
- Consejos para abordar el estudio de los contenidos.
- Objetivos didácticos propuestos.
- Contenidos propiamente dichos, de naturaleza modular y bajo la modalidad de hipertexto.

Ejercicios numéricos que ilustren los procesos de cálculo con diversos niveles de automatización tal y como se señala en el apartado del **Calculador**.

Acceso a los fotogramas, con posibilidad de manipularlos (medirlos y procesarlos numéricamente) de manera que el fin último del programa es la obtención práctica de coordenadas terreno del objeto a partir de la observación de los fotogramas digitales.

Tareas de Autoevaluación, de manera que el alumno/a pueda controlar su propio aprendizaje.

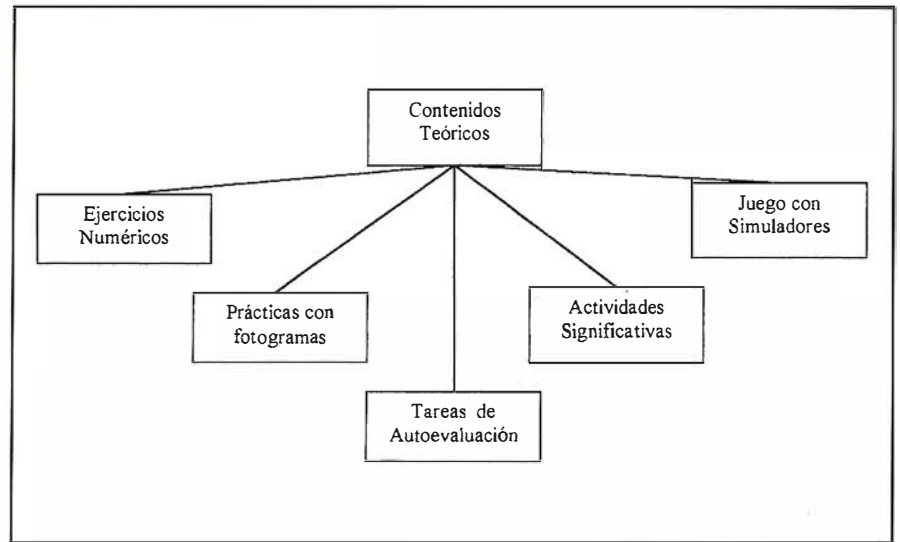
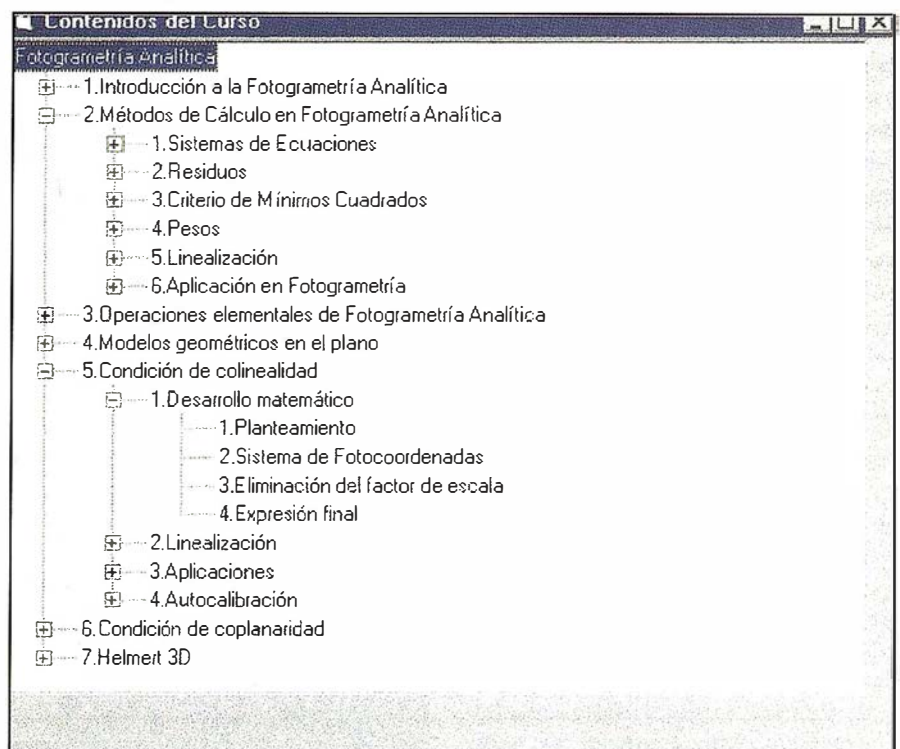


Grafico 1



Actividades Significativas, que faciliten el establecimiento de vínculos significativos entre los conocimientos del alumno/a y los contenidos. Se trata de tareas tales como aplicar lo visto a otros contextos, compararlo con otros contenidos tanto desde el punto de vista de los conceptos como de la terminología, analizar casos a la luz de los contenidos, sintetizar, esquematizar, resumir, representar gráficamente, ...

Juegos con los Simuladores. Estos simuladores tienen el objetivo básico de ilustrar la naturaleza tanto grá-

fica como dinámica de los procesos fotogramétricos. Su carácter plástico, intuitivo hace muy aconsejable darles una clara orientación lúdica de manera que el alumno/a tenga ocasión de "jugar a resolver" de forma intuitiva los principales casos del Método General de la Fotogrametría.

En lo que se refiere a la presentación de la Teoría, esta tiene una naturaleza modular de manera que la unidad de aprendizaje coincida aproximadamente con la dimensión del monitor. Los distintos módulos quedan integrados en los siete temas vistos anterior-

Contenidos del curso A lo Awe

Archivo Edición Marcador Opciones Ayuda

Contenido Índice Buscar Atalés Imprimir Opciones << >>

CONDICIÓN DE COPLANARIDAD
DESARROLLO MATEMÁTICO
6.1.5. Rectas Epipolares. Concepto

Un concepto clásico (y durante mucho tiempo en desuso) de la coplanaridad, que ha cobrado nueva vigencia desde que se ha desarrollado la Fotogrametría Digital, es el de línea epipolar. Líneas epipolares (en rojo) son las rectas resultantes de la intersección del plano epipolar (en azul), determinado por la base y los vectores homólogos, con cada uno de los planos de los fotogramas.

Cualquier punto (como B o C) situado sobre cualquiera de los rayos homólogos pertenece al plano epipolar. En consecuencia los rayos perspetivos correspondientes a estos puntos pertenecen también al mismo plano y, en consecuencia, los puntos intersección de estos rayos con sus respectivos fotogramas (puntos b2, c1) pertenecen a dicho plano. Rec a epipolar es, portanto, el lugar geométrico de los puntos así descritos, es decir, el lugar geométrico de las imágenes (virtuales) en un fotograma de los puntos que conforman el rayo homólogo (correspondiente al otro fotograma). O, si se quiere, la imagen (virtual) del rayo homólogo.

La importancia de las rectas epipolares reside en que, dado un punto imagen cualquiera, la recta epipolar homóloga representa el lugar geométrico de las posibles posiciones de la imagen homóloga del punto en cuestión. La imagen de al (si no conocemos A) podrá ser a2 o b2 o cualquier otro punto, siempre que esté situado sobre la recta a2b2. En Fotogrametría Digital esto representa que si se ha llevado a cabo la **Orientación Relativa** de dos fotogramas (es decir, si se verifica la **Condición de Coplanaridad**), para cada punto conocido en un fotograma, la búsqueda automática del homólogo puede ceñirse a la recta epipolar del fotograma homólogo. Esto representa un considerable ahorro de tiempo de computación y la consiguiente optimización del rendimiento de la memoria y de los procesadores de los sistemas.

Inicio copy2 - Part Microsoft Word - Copyrigh... C:\Contenidos del tema 6.C. Contenidos del curs... 6:50

3. Una Ayuda interactiva que ofrece tanto instrucciones prácticas como el acceso a los Contenidos Teóricos relacionados con la situación práctica concreta.

En definitiva, **A Fondo** es un programa abierto que permite ajustarse a las convenciones fotogramétricas establecidas o apartarse abiertamente de ellas e incluso contravenirlas. Tiene, así, la ventaja de no limitar al usuario en el empleo del mismo y el “inconveniente” de dejar en sus manos la responsabilidad de la consecución de resultados técnicamente aceptables.

Así, esta aplicación debe permitir que el usuario pueda explorar *A Fondo* las diversas posibilidades del Método Fotogramétrico y, en consecuencia, que el usuario pueda entender *A Fondo* los fundamentos del mismo.

mente y resultan accesibles desde un índice dinámico según las convenciones de Windows.

Cada uno de los módulos de Teoría (ver gráfico) se caracteriza por su conectividad con otros elementos del curso. Podemos hablar de:

Conexión con otros módulos teóricos mediante enlaces de manera que el alumno/a puede recorrer la materia según la estructura interna del propio curso pero también puede “navegar” según su propias necesidades o inquietudes.

- Conexión con las simulaciones correspondientes (botones en rojo). Arranca el programa **Simulador**.
- Conexión con los ejercicios numéricos correspondientes (botones en azul). Arranca el programa **Calculador**.
- Conexión con las prácticas correspondientes (botones en verde). Arranca el programa **A Fondo**.

El fundamento de este programa es la combinación de un doble propósito:

Proporcionar al usuario una serie de herramientas que permitan resolver

de forma ágil y operativa buena parte de los modelos matemáticos que componen el Método General de la Fotogrametría Analítica.

Dejar en manos del usuario el control de dicho proceso.

El programa presenta una estructura básica compuesta por:

1. Modelos Matemáticos que:

- * presentan un elevado grado de automatización en su resolución aunque puede accederse a toda la información intermedia implícita en los mismos.
- * pueden emplearse de diversa forma para llevar a cabo la serie de orientaciones que permiten transitar desde las coordenadas instrumentales a las coordenadas terreno del Método Fotogramétrico.
- * pueden emplearse de diversa forma para gestionar los

2. Tipos de Datos intermedios que se sitúan entre dichas coordenadas de entrada y dichas coordenadas de salida incluyendo los parámetros de orientación que permiten pasar de unos a otros.

MODELOS MATEMÁTICOS

Los diversos Modelos Matemáticos que se ofrecen se encuentran todos en la opción PROYECTO del Menú Principal. Se trata de:

- Helmert 2D
- Transformación Afín
- Transformación Proyectiva
- Condición de Coplanaridad
- Condición de Colinealidad
- Helmert
- DLT

DATOS

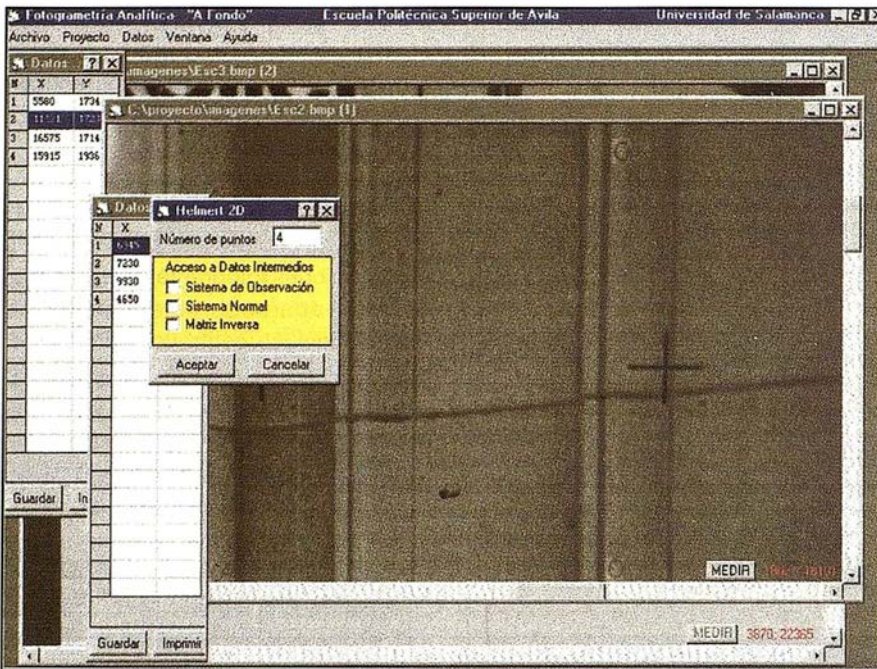
Los diversos tipos de datos que se pueden manejar se encuentran todos en la opción DATOS del Menú Principal. Se trata de:

Coordenadas:

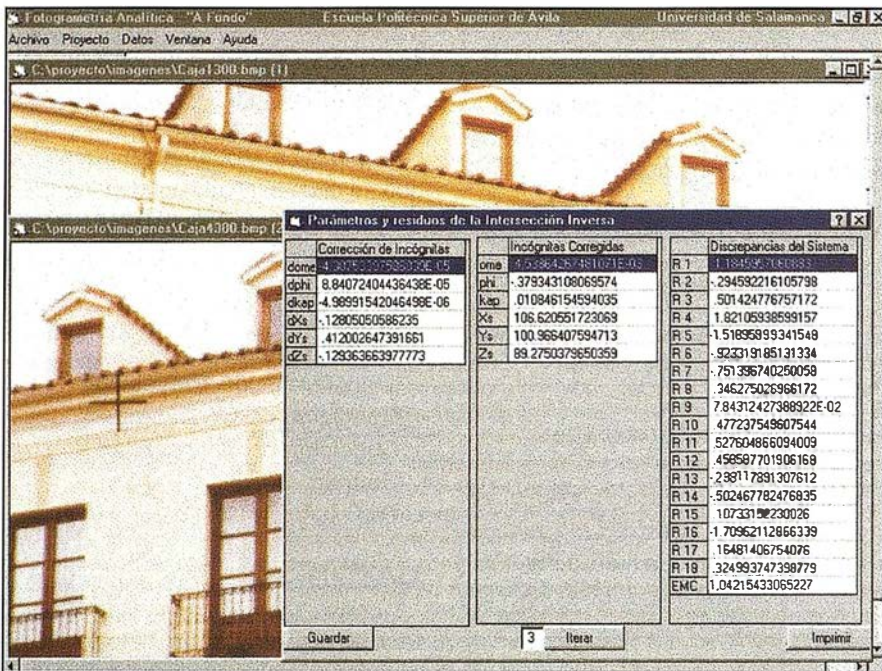
- Píxel
- Fotocoordenadas
- Modelo
- Terreno

Parámetros de Orientación:

- Interna
- Externa
- Relativa
- Absoluta
- DLT



2. La presencia en todo instante del Modelo Matemático teórico en el que se basa la resolución efectiva con datos numéricos.
3. La posibilidad de acceder a los Contenidos Teóricos para comprobar los fundamentos de cualquier operación.
4. Diversos niveles de automatización. En el nivel más bajo, el usuario puede recorrer, paso a paso, los diversos cálculos que componen el conjunto de la aplicación. En el nivel más alto, el usuario puede "transitar" desde los datos hasta los resultados en cuestión de segundos (por muy complejo que sea el Modelo).



En el gráfico 2 se muestra el Índice dinámico (mismo dispositivo que para los contenidos teóricos) desde el que puede accederse al conjunto de modelos implementados en el *Calculador*. La presencia de las matrices de rotación tridimensionales está justificada en la medida en que:

Desde un punto de vista teórico, representan un elemento geométrico que va a aparecer una y otra vez en los modelos fotogramétricos propiamente dichos (condiciones de colinealidad y de coplanaridad en el espacio) con lo que todas las operaciones relativas a su tratamiento (expresión y linealización) sólo deben realizarse una vez.

Desde un punto de vista operativo, representan la posibilidad de introducir los diversos métodos de cálculo, que luego se van a emplear a lo largo del curso, a un nivel más sencillo.

4. Aplicación Calculador

El fundamento de este programa es la combinación de un doble propósito:

Ejercer como herramienta técnica buscando la resolución operativa y rigurosa de los diversos Modelos Matemáticos que constituyen el cuerpo de la Fotogrametría Analítica.

Ejercer como herramienta didáctica buscando ilustrar y enseñar cómo se resuelven cada uno de esos Modelos Matemáticos.

Por ello, el programa presenta una estructura básica compuesta por

1. Un diagrama de flujo en el que se insertan los diversos pasos intermedios que componen cada uno de los Modelos Matemáticos.



Este programa tiene como objetivo básico la simulación gráfica y dinámica de las diversas situaciones geométricas de la Fotogrametría.

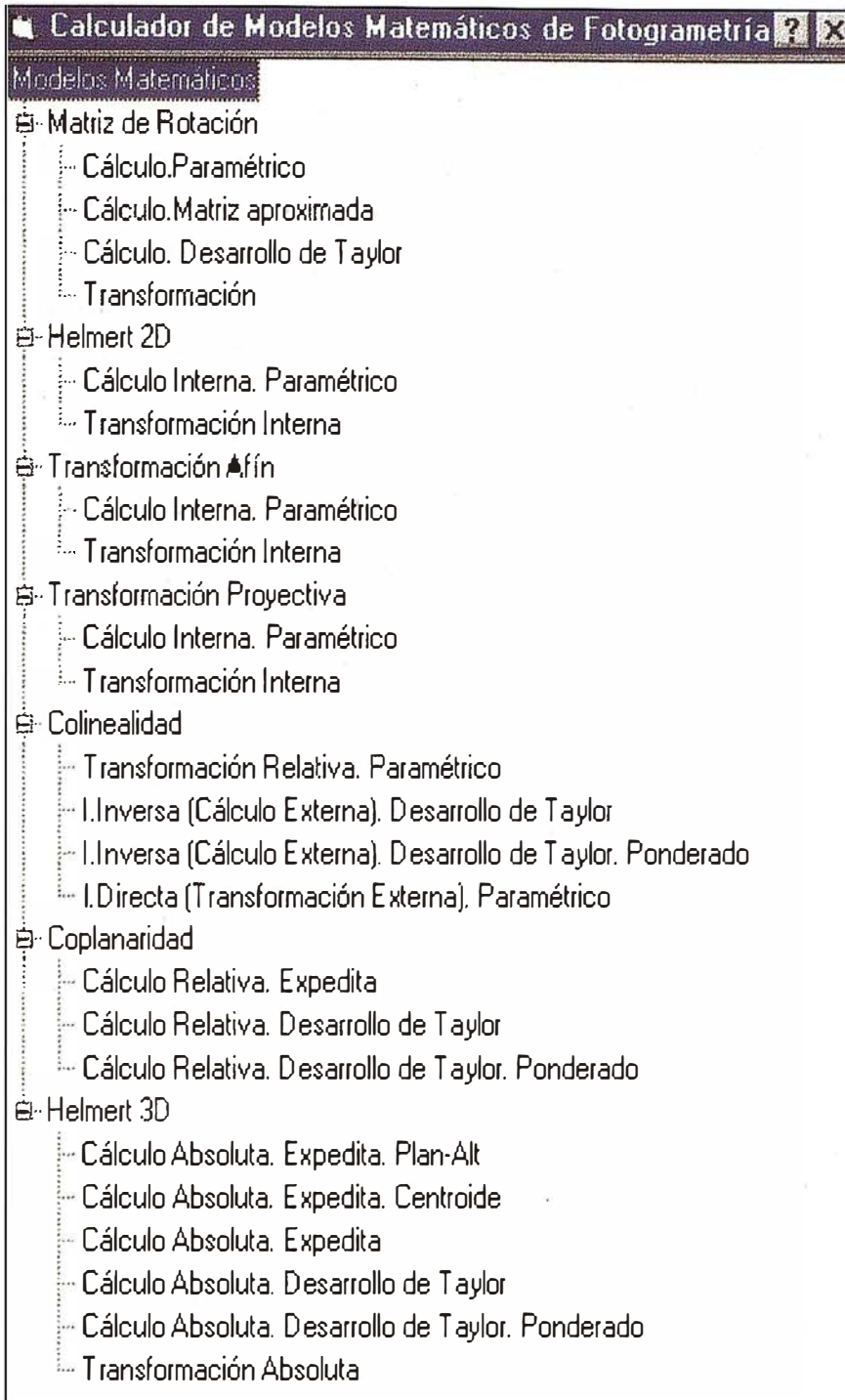


Grafico 2

Se trata, además, de una simulación rigurosa, es decir, los diversos resultados numéricos y las posiciones de los elementos gráficos asociadas a los mismos se calculan con los mismos modelos matemáticos que se emplean en la Teoría. Por ello el programa verifica una doble función:

Como simulador propiamente dicho:

Su objetivo básico es ilustrar, bajo el control del usuario, la relación existente entre los diversos elementos analíticos (coordenadas y parámetros de orientación) que intervienen en cada uno de los Modelos

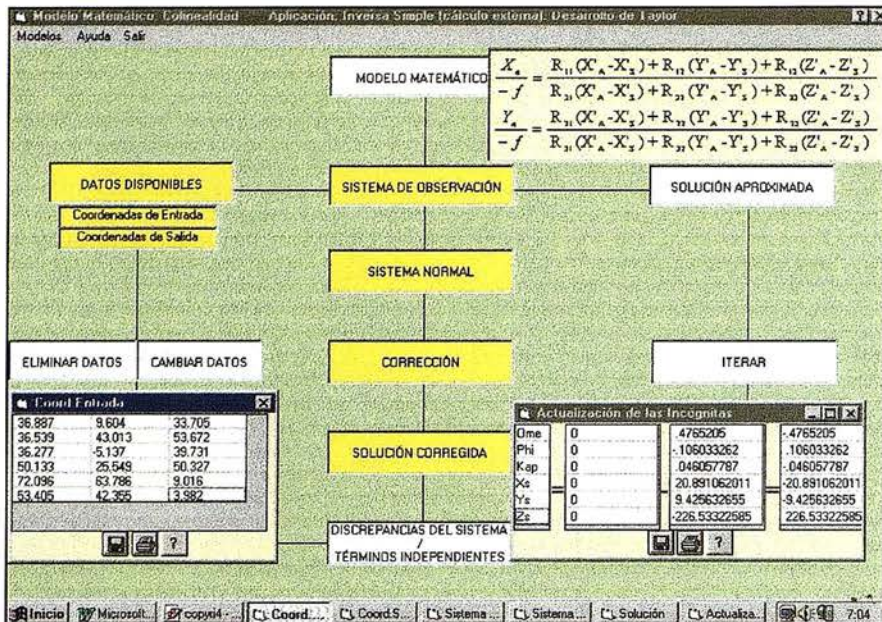
Matemáticos del curso y en sus Aplicaciones.

Como facilitador de datos para resolver ejercicios numéricos (p.e. con el *Calculador*)

Puesto que el mecanismo subyacente en las simulaciones son los propios Modelos Matemáticos objeto de estudio en el curso, todos los datos numéricos que ofrece el simulador representan una situación fotogramétrica real aunque a pequeña escala. Son, en consecuencia, datos que pueden tomarse, en cualquier instante, bajo control del usuario, como datos de enunciados de ejercicios de las diversas aplicaciones fotogramétricas.

El programa presenta una estructura básica compuesta por:

1. Un gráfico principal (generalmente una perspectiva tridimensional), en el que se representan los diversos elementos fotogramétricos que intervienen, acompañado, en ocasiones, de gráficos auxiliares para mejorar la visualización de la situación.
2. Diversos controles o "mandos" (Barras de Desplazamiento convencionales de Windows), con sus respectivos contadores, que permiten al usuario modificar los valores numéricos de los elementos analíticos que intervienen resultando de ello el cambio en los valores numéricos de los elementos dependientes de los primeros y la modificación gráfica de todos ellos.
3. Elementos auxiliares (no siempre aparecen) que contienen los modelos matemáticos subyacentes en la situación que se está simulando.
4. La conexión con los Contenidos Teóricos para poder fundamentar cualquier situación.
5. Propuestas de diversas actividades que buscan tanto la manipulación gráfica de los fundamentos fotogra-



métricos como el estímulo de un espíritu investigador en el usuario.

El Simulador contiene las siguientes simulaciones, asociadas a los diversos temas de teoría:

Tema 3: Operaciones elementales en Fotogrametría analítica

- Rotación en el plano
- Rotación en el espacio
- Ejercicios

Tema 4: Modelos geométricos del plano

- Helmert 2D
- Transformación Afín
- Ejercicios

Tema 5: Condición de Colinealidad

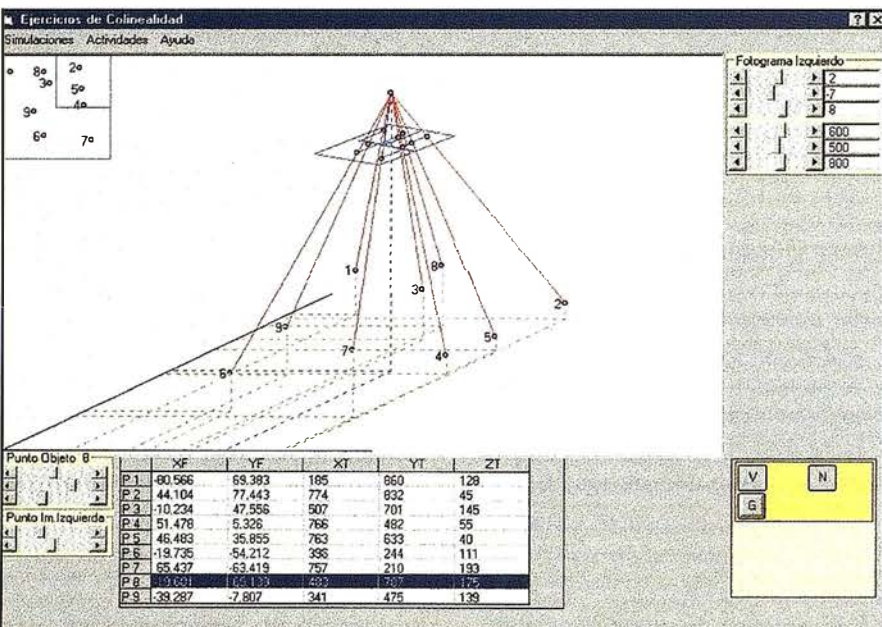
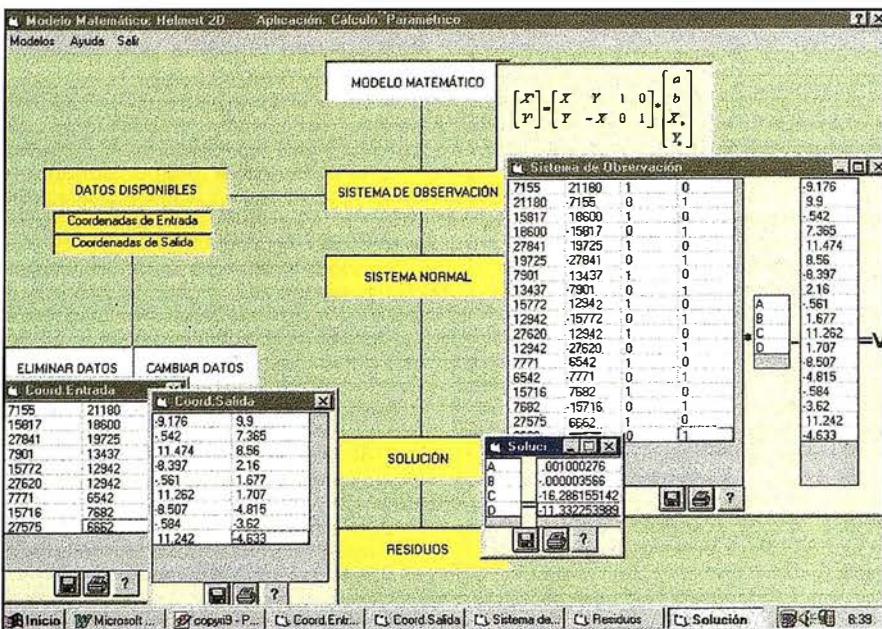
- Condición de Colinealidad
- Intersección Inversa
- Intersección Directa
- Coordenadas Modelo
- Fotocoordenadas
- Ejercicios

Tema 6: Condición de Coplanaridad

- Condición de Coplanaridad
- Orientación Relativa
- Ejercicios

Tema 7: Helmert 3D

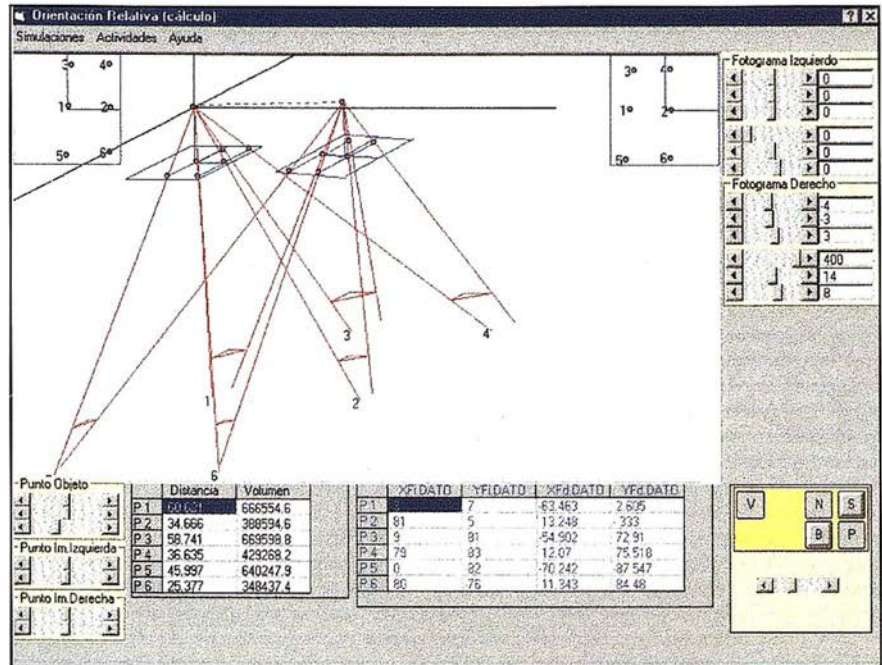
- Helmert 3D
- Orientación Absoluta
- Ejercicios



El conjunto anterior se completa con este programa en el que desaparecen todos los niveles de automatización salvo el correspondiente al cálculo matricial. Pero incluso dentro de este apartado, el alumno/a se verá obligado a decidir todas y cada una de las operaciones que deben llevarse a efecto con las matrices que componen el Sistema de Observación de cada uno de los modelos matemáticos.

cos que deben resolverse, incluyendo los ajustes por Mínimos Cuadrados y las estrategias iterativas cuando dichos modelos no son lineales. Se trata de que el alumno/a acceda a los todos los pasos intermedios que conducen al producto final y que lo haga manualmente.

Se trata del complemento natural del programa **A Fondo**. Mientras que este se caracteriza por su planteamiento abierto, **A Mano** lo hace por ser marcadamente cerrado. El Método Fotogramétrico sólo puede “transitarse” en su sentido más clásico y los modelos matemáticos sólo pueden plantearse en su versión más elemental (la factible de ser resuelta “a pedal”).



Tenemos así:

- **A Mano** queda articulado en la clásica secuencia:

Definición del proyecto como paso preliminar.

Orientación Interna de ambos fotogramas (par estereoscópico).

Orientación Relativa de los fotogramas entre sí.

Orientación Absoluta del modelo en relación con el objeto.

Transformación de puntos o Restitución Cartográfica.

- Por otra, la sobreabundancia de observaciones implica el empleo del criterio de Mínimos Cuadrados para ajustar las soluciones derivadas lo que conlleva una cierta complejidad en el proceso. Por ello, se emplea el Cálculo Matricial como herramienta que ofrece el mejor rendimiento en cuanto a la conjunción de eficacia y sencillez.

A Mano maneja dos tipos de datos fundamentales:

- Coordenadas de puntos, con cuatro tipos básicos y seis reales al trabajar con un par (estereoscópico):

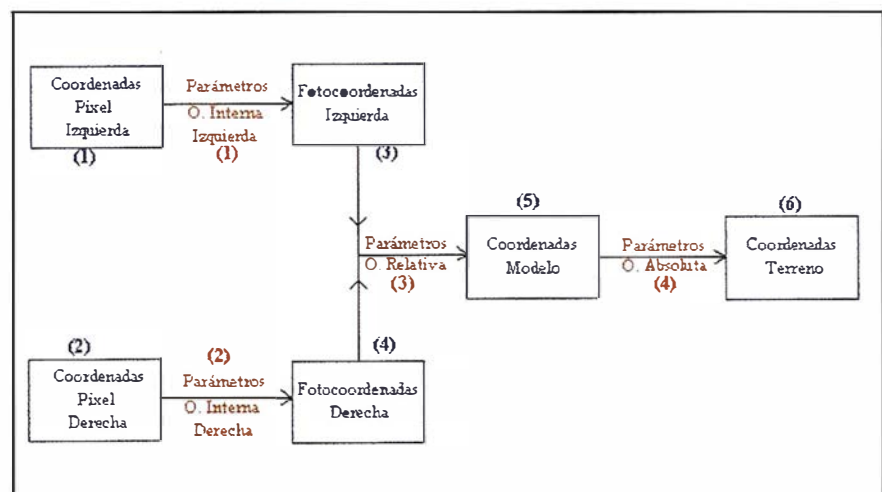
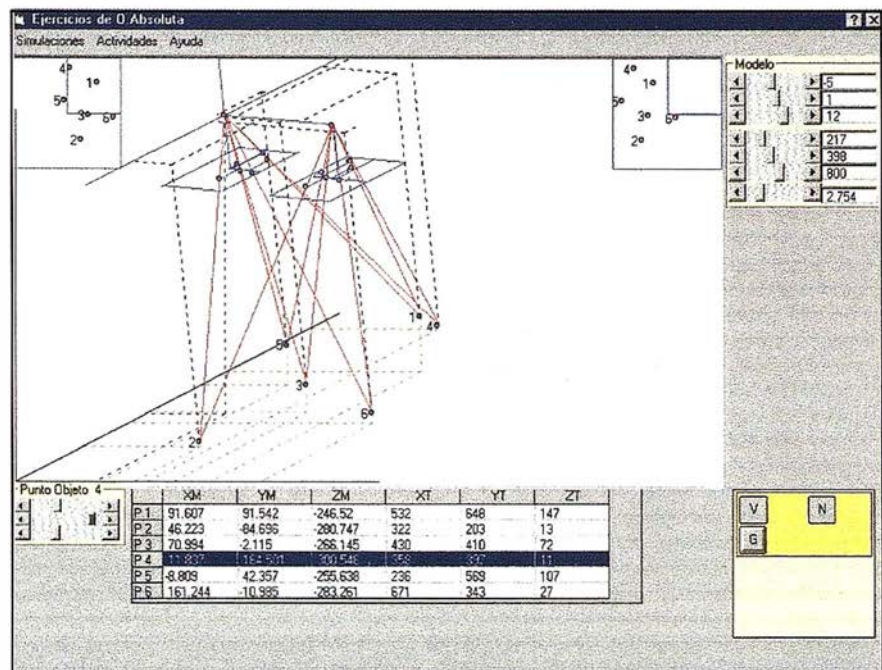
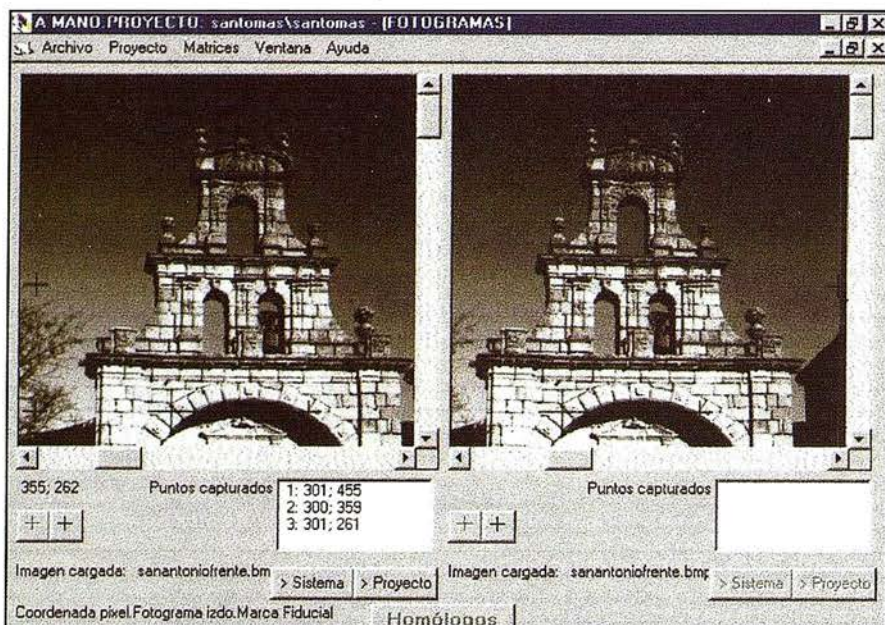


Grafico 3



Coordenadas Pixel (Instrumentales) para:

Fotograma Izquierdo (1) y

Fotograma Derecho (2)

Fotocoordenadas para

Fotograma Izquierdo (3) y

Fotograma Derecho (4)

Coordenadas Modelo, Sistema Único (5)

Coordenadas Terreno, Sistema Único (6)

- **Parámetros de transformación** que relacionan y permiten transformar las coordenadas entre sí: Son tres básicos, cuatro en la práctica, por tratarse de dos fotogramas (grafico 3):

Parámetros (cuatro) de la Orientación Interna para:

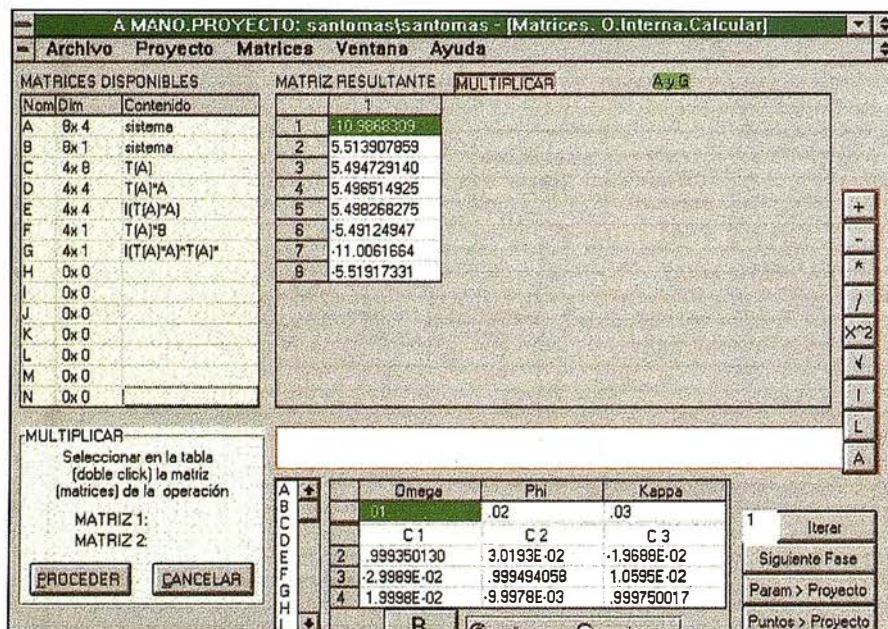
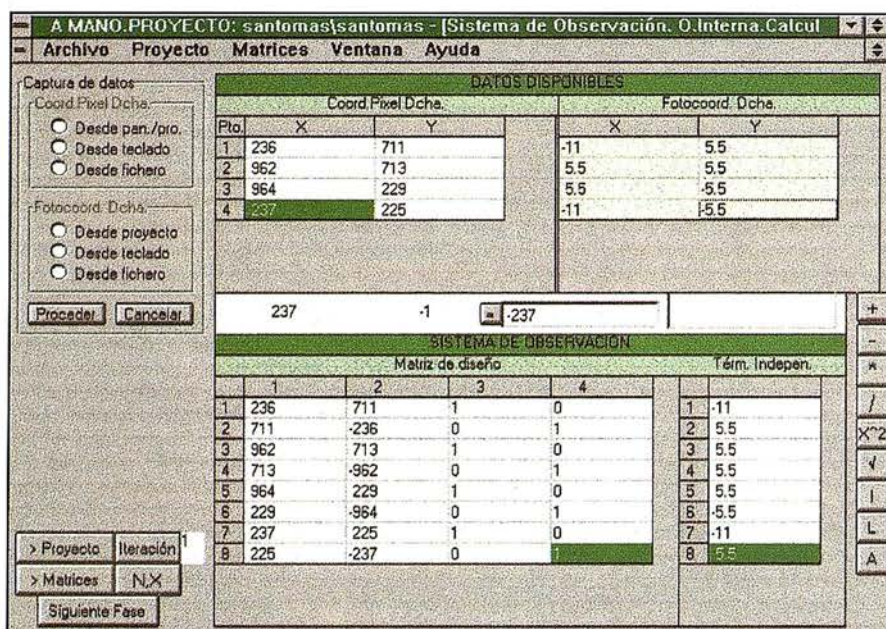
Fotograma Izquierdo (1) y

Fotograma Derecho (2)

Parámetros (cinco) de la Orientación Relativa, Sistema Único (3)

Parámetros (siete) de la Orientación Absoluta, Sistema Único (4)

En definitiva, *A Mano* presenta tres ámbitos básicos de proceso de datos que se concretan en tres Hojas de Trabajo fundamentales que trabajan articuladas entre sí:



- La **Hoja de Imágenes**, en la que se visualizan y se miden los fotogramas: se obtienen Coordenadas Pixel (Instrumentales).

- La **Hoja del Sistema de Observación**, en la que se manipulan diversos datos, sean medidas realizadas o sean resultados derivados de pasos precedentes, para formar el modelo matemático adecuado a la fase en cuestión del Proyecto Fotogramétrico.

- La **Hoja de Matrices**, en la que se resuelve el Sistema de Observación del paso anterior.

DIRECCIONES DE INTERÉS



SUMMA
SERVICIO DE INGENIERIA
Y CONSULTORES, S.A

Passeig Pere III, nº 19 Ent. 1a
08240 MANRESA (Barcelona)
Telf. 93-8724200 / Fax. 93-8727735
E-mail: fgis@summa-eng.com



*Cartografía y Topografía
Mapas Temáticos
Aplicaciones SIG-GIS
Inventarios y Catastro*

Avda. de los Chopos nº 33 - 48990 Getxo (Bizkaia)
Tel.: 94 431 90 15 • Fax: 94 430 00 91
E-mail: its@ic.coinpasa.com - <http://www.itsistemas.com>



La AET publica la Revista de Teledetección, promueve reuniones especializadas y cursos, ofrece asesoramiento y organiza el Congreso Nacional de Teledetección.

Apartado de Correos 36.104 - 28080 Madrid
e-mail: aet@latuv.uva.es



GST
GESTION DE SISTEMAS
TOPOGRAFICOS

Parque Pisa, C/ Juventud, 24 - Ed. Juventud 1ª Planta
41927 Mairena del Aljarafe - SEVILLA • Tel.: 95 418 55 50
Fax: 95 418 55 52 • E-mail: gst123@telelne.es

Geo center

MADRID	913801823
ANDALUCIA	958446342
LEVANTE	963775116
CATALUÑA	932650843
PAIS BASCO	945298085

<http://personal5.iddeo.es/geocenter>

DISTRIBUIDOR OFICIAL
VENTA Y ALQUILER




Aplicaciones de CAD CAM y GIS S.L

- Centro de Sistemas y Desarrollador Registrado de Autodesk.
- Dirección de Proyectos GIS.
- Programación a medida.
- Soporte técnico y Consultoría.
- Formación especializada.

Valencia. Av. Cid, 105 - 5º Tel. 96.383.72.65 gis@aplicad.com
Castellón. C/ Mayor, 100 - 3º Tel. 964.48.70 aplicad@aplicad.com
www.aplicad.com



GEOGRAF
Sistemas de Información Geográfica, Lda.

**DISTRIBUIDOR
AUTORIZADO**



THE INFORMATION DISCOVERY COMPANY

Doctor Esquerdo, 105 - 28007 MADRID - España - <http://www.geograf.pt>
Tel.: (34) 91 400 96 38 / 52 - Fax: (34) 91 409 64 52




- Digitalización de Cartografía: Curvas de nivel, planimetría, Coberturas.
- Cálculo de Modelos Digitales de Terreno.
- Creación de Imágenes y Animaciones fotorealistas 3D con integración SIG.
- Cartografía temática.
- Escaneado y Georreferenciación de cartografía.
- Programación de aplicaciones.

C/ Ponzano, 39-41 - 5ºF - Madrid 28003 - España - Tel. 91 451 45 90
[Http://ourworld.compuserve.com/homepages/mgis](http://ourworld.compuserve.com/homepages/mgis)
[Http://www.EOSGIS.com](http://www.EOSGIS.com) - E-mail: mgis@compuserve.com



**FOMENTO Y GESTION
DE CONTRATAS, S. A.**

C/ Prieto de Castro, 1 - 1º • Apartado de Correos, 81
Tels.: 987 - 60 21 55 - 60 22 65 • Fax: 987 - 60 23 22
24700 ASTORGA



**TOPOGRAFOS Y
OBRAS CIVILES S.L.**

Pº Arco de Ladrillo, 64 portal 3 - 1ª Oficina 4 • Tel.: 983 239 440
983 239 171 - Fax: 983 239 047 • fom_ges@mx3.redestb.es
47008 VALLADOLID

BASES

Ámbito

El ámbito del concurso alcanza a toda la comunidad universitaria nacional. Podrán participar los alumnos de Escuelas Técnicas y Escuelas Técnicas Superiores que hayan acabado sus estudios desde el año 1997 hasta la fecha y que hayan desarrollado Proyectos Fin de Carrera relacionados con la Cartografía (Cartografía, Geodesia, Topografía, Fotogrametría, Sistemas de Información Geográfica, Teledetección, etc.).

Presentación

El documento a presentar al Concurso será el que sirvió de base para alcanzar la titulación correspondiente.

La memoria del citado documento se presentará escrita en formato A4 y los documentos gráficos, en su caso, a la escala adecuada y en un anejo propio.

En ningún lugar del documento deberá aparecer el nombre del autor, ni la Escuela o Universidad de procedencia, ni agradecimiento o cualquier otro texto o gráfico que pueda dar luz sobre la autoría del trabajo.

Premios

Se establece un Primer Premio con una dotación económica de 150.000 pesetas y de equipamiento informático aportado por las entidades colaboradoras(*) y un Segundo Premio con una dotación de 75.000 pesetas y una colección de libros sobre Cartografía y temas afines.

El tribunal podrá decidir la concesión de cualquiera de ellos amás de un concursante.

El concurso no quedará desierto si el número de participantes supera el doble del número de premios.

Los premios se otorgarán a los Proyectos, con independencia del número de alumnos redactores.

Certificados

Todos los participantes recibirán un certificado de participación.

Plazo

El plazo para la presentación de los documentos finalizará a las 14 horas del día 19 de noviembre de 1999.

Jurado

El jurado estará compuesto por cinco miembros, nombrados entre los profesores de la Universidad de Jaén y profesionales de reconocido prestigio en el mundo de la Cartografía.

Fallo

El resultado del concurso se hará público el día 10 de diciembre de 1999. La entrega de los Premios se llevará a cabo el día 15 de diciembre de 1999. El fallo del jurado será inapelable.

Procedimiento

Todos los interesados que cumplan los requisitos del concurso podrán participar en él remitiendo sus Proyectos a la dirección que se indica en la última Base.

Los trabajos se presentarán bajo un lema de cifras o letras a modo de seudónimo, junto con un sobre cerrado que exhibirá el lema en el exterior y en cuyo interior deberá contener la identificación completa del concursante (nombre, dirección y número de teléfono de contacto) y una fotocopia del Título o, en su defecto, del resguardo de haber solicitado su expedición. Antes de la fecha límite para la presentación de documentos se dará a conocer la configuración del tribunal definitivo que ha de evaluar los trabajos. Una vez evaluados los trabajos y levantada acta de dicha evaluación, se procederá a abrir los sobres con la identidad de los concursantes, a comunicar a cada participante el resultado de la misma y a convocar al ganador y al finalista para el acto de entrega de los premios. Todos los originales premiados pasarán a engrosar los fondos de la Biblioteca de la Escuela Politécnica Superior de Jaén. La participación en el Concurso implica la aceptación expresa de estas Bases.

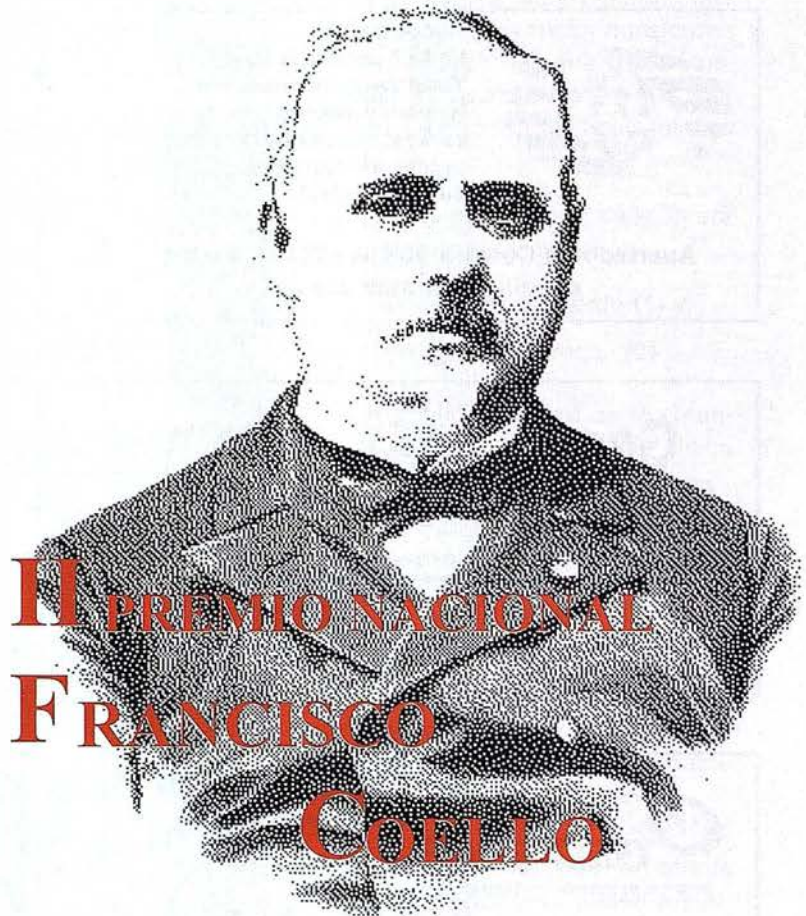
Comunicaciones

Dirección para las comunicaciones, remisión de los documentos y cualquier tipo de consulta aclaratoria:

Premio Francisco Coello
Escuela Politécnica Superior
Avda. de Madrid Nº 35. 23.071-Jaén
Tel: 953 212424 - 212401 Fax: 953 212343
<http://eps.ujaen.es/coello> E-mail: eps@ujaen.es

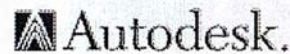


La Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Jaén convoca en honor de D. Francisco Coello de Portugal y Quesada, introductor de la Cartografía moderna en España, y fructífero cartógrafo, el:



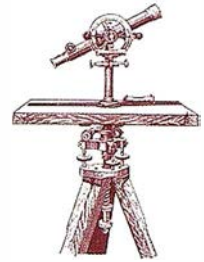
PARA PROYECTOS FIN DE CARRERA EN EL ÁMBITO DE LA CARTOGRAFÍA Y CIENCIAS AFINES

Colaboran:



(*) Los premios aportados por las entidades colaboradoras son: una tableta digitalizadora, cortesía de Artigraf Informática Gráfica, S.L., una licencia de Autodesk World Release 2.5, cortesía de Autodesk S.A., una BCN y bibliografía, cortesía del Centro Nacional de Información Geográfica, una licencia de ER Mapper 6.0, cortesía de Earth Resource Mapping Spain S.L., un plotter de sobremesa HP Design Color Pro Cad, cortesía de Hewlett Packard Española, S.A., una BCN y bibliografía, cortesía del Instituto Cartográfico de Andalucía y un ordenador y bibliografía, cortesía de la Universidad de Jaén.

Noticias Ashtech [Topografía]



TOPOGRAFÍA... Y MUCHO MAS

Waid Kidd Jr. es el tipo de topógrafo con el que a cualquier compañía GPS le encanta tratar. Una especie de verdadero hombre del renacimiento GPS, él ha reconocido los beneficios de la tecnología de posicionamiento global y está trabajando para transformar Virginia Beach, Virginia, en una meca del GPS. De hecho, los entusiastas del GPS de cerca y de lejos se han sentido atraídos a Virginia Beach con la esperanza de libar en la esencia del GPS y seguir el ejemplo de esta ciudad.

Comprendiendo la necesidad de mejores y más precisos equipos topográficos en un mundo tecnológicamente cambiante, Waid ha adoptado la tecnología GPS como una forma más productiva y provechosa de hacer las cosas. Como topógrafo urbano con visión de futuro, y trabajando para la Oficina de Topografía



del Departamento de Obras Públicas de Virginia Beach, Waid desarrolló un plan para incorporar a toda la ciudad la tecnología avanzada de Ashtech GPS en un esfuerzo por ponerla al día con lo último en tecnología topográfica puntera y en instrumentos GIS. De hecho, él ideó un plan que no sólo satisfacía las necesidades topográficas y cartográficas actuales de la ciudad, sino que también definía un plan que integraba el GPS en la futura evolución de la ciudad. "Al elegir el equipo", explica Waid, "examinamos no sólo su coste para ajustarlo a la asignación presupuestaria de la ciudad, sino, igualmente importante, a la calidad, ya que estábamos adquiriendo algo de largo alcance, teniendo en cuenta las posibilidades de expansión y la fiabilidad".

GPS encaja exactamente en el plan de la ciudad. La Oficina de Topografía es un lugar atareado, responsable de satisfacer todas las necesidades

topográficas municipales de Virginia Beach, lo que incluye una estrecha coordinación con la Oficina de Cartografía del Departamento de Obras Públicas. "Realizamos todo tipo de tareas topográficas - servidumbres, lindes, derechos de paso, estudios de terminación de subdivisiones de carreteras, alcantarillados y otros servicios. Cuando las nuevas subdivisiones han terminado la construcción, nosotros realizamos un estudio topográfico de la propiedad para asegurarnos de que está correctamente construida antes de responsabilizarnos del mantenimiento de una infraestructura construida por otros". Al principio de su empleo con la Oficina de Topografía, Waid concibió una infraestructura GPS de la ciudad que abarcaría toda Virginia Beach, e incluso se extendería fuera de sus límites, con un sistema de coordenadas del plano de estado basado en GPS, para ser utilizado en toda la ciudad de manera que cada solar, urbanización, proyecto de carretera etc. utilizaría el mismo sistema de control horizontal y vertical. Dotando a la Ofi-



Las Super Estaciones de Ashtech permiten que un solo operador haga el doble o triple de trabajo que un topógrafo y su ayudante empleando estaciones totales, en el mismo tiempo.

cina con tecnología puntera GPS, de alta calidad, y con efectividad de costes, su cuadrilla topográfica podría maximizar significativamente la productividad a la vez que ahorraría un tiempo valioso.

La Oficina de Topografía configuró su infraestructura GPS mediante dos estaciones de referencia Ashtech públicas, en funcionamiento continuado, situadas cada una en los extremos norte y sur de la ciudad. Cada estación está conectada por módem al software topográfico de Ashtech anexo a un tablero de anuncios en la Oficina. Receptores Z-12 de frecuencia dual de Ashtech y herramientas de gestión de datos GIS Reliance™ completan el sistema proporcionando a la Oficina Topográfica una precisión suficiente para la realización de sus muchas y diversificadas tareas topográficas y cartográficas. En verdad, desde la puesta en vigor de la red GPS, Virginia Beach nunca ha vuelto a ser la misma. Tomemos, por ejemplo las vías acuáticas. La Oficina es responsable del mantenimiento de los datos de posición de todas las ayudas a la navegación instaladas por la ciudad existentes en las vías acuáticas de Virginia Beach, incluidos todos los ríos, canales, canales artificiales, bahías, y lagos. Mediante el sistema Reliance, no sólo se localizan con precisión las ayudas, sino que también se proporciona información al servicio de Guardacostas de los EE.UU. (USCG). "Existen por ahí centenares de marcadores que están moviéndose constantemente. Con Reliance, nosotros podemos acceder a ellos por barco y acercarnos lo suficiente para obtener mediciones precisas de la latitud y longitud para servir las necesidades del USCG". Con sólo unos cuantos hombres necesarios para el trabajo, la Oficina experimenta tremendos ahorros tanto en tiempo como en esfuerzo. Típicamente, el trabajo es muy intenso en cuanto a tiempo y la-

bor se refiere, utilizándose un mínimo de dos cuadrillas topográficas. Con la utilización del Reliance probablemente hemos ahorrado un cuarto de año en hombre-horas, liberándonos para la ejecución de una mayor porción de nuestro trabajo acumulado anual", dice Waid.

Pero esto no es más que la punta del iceberg. A Virginia Beach le esperan muchos más proyectos GPS. Por ejemplo, dentro de la ciudad existen varios canales que requieren un estudio topográfico cada dos semanas para determinar si necesitan o no un dragado. Con la integración del GPS en su rutina, los topógrafos realizan su tarea en un tercio del tiempo requerido utilizando técnicas topográficas convencionales. Pero eso no es suficiente para Waid, que está pensando en una escala mayor y está actualmente explorando el mercado en busca del software hidrográfico adecuado para su uso en combinación con sus equipos de sondeo a fin de obtener una información integrada de sondas y posición así como una guía para el barco hidrográfico durante la realización del trabajo. La ciudad está explorando también las oportunidades para integrar el GPS en muchas áreas de actividad de la incumbencia de las autoridades locales. En cabeza de la lista está la utilización del GPS en tiempo real. "Con la técnica de tiempo real seremos capaces de transmitir señales y realizar mucho más". Adicionalmente, la ciudad podría desarrollar otro sueño basado en GPS: la navegación y seguimiento de todas las flotas de vehículos en el área de Virginia Beach. Mediante la incorporación del GPS en los vehículos policiales, ambulancias, y vehículos de bomberos, estas unidades serían controladas continuamente en tiempo real, de manera que serían enviadas a las escenas de los accidentes según su proximidad, con el consecuente ahorro de tiempo y, por ende, de vidas.

Al inundar Virginia Beach la tecnología GPS, los ediles de la ciudad están animando a las firmas locales de ingeniería y topografía a utilizar el GPS, permitiéndoles el acceso a los datos de las estaciones base. "El GPS ha mejorado tremendamente la calidad de nuestros trabajos topográficos y cartográficos. Quienes no están familiarizados con GPS necesitan algún tiempo para sobreponerse al miedo a su uso y al miedo a su precisión", explica Waid. Sin embargo, desde la implementación de este programa en noviembre de 1986, más de 10 firmas han empezado ya a utilizar el GPS y Waid está empeñado en difundir el mensaje del GPS. "Los topógrafos deben ser educados en forma continuada para que se mantengan al día con la nueva tecnología. Ellos deben ser los precursores del GPS, no los seguidores". Con ese objetivo, Waid instruye activamente al público acerca de la tecnología GPS, habiendo iniciado un programa en la cercana Universidad Old Dominion para formar a los potenciales estudiantes de topografía y a los profesionales de GIS en la tecnología GPS, permitiendo a la Universidad el libre acceso al sistema de ordenador de la Oficina, orientado al GPS. Mediante la utilización de los datos del sistema de ordenador de la ciudad que almacena los datos recibidos de ambas estaciones base, se ofrece a la comunidad local de ingenieros y topógrafos la posibilidad de adquirir un simple receptor para así realizar trabajos con GPS.

Resulta impresionante que Waid se haya convertido en algo así como una leyenda, dando conferencias acerca de las ventajas de la tecnología GPS en otras ciudades y condados que han expresado su interés en recibir información sobre la infraestructura GPS de Virginia Beach con intención de copiarla. "El mensaje se está difundiendo muy rápidamente. Ya tengo concertada una conferencia para 1998".

MASTER SIG A DISTANCIA

MASTER EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA



Cibernos
Consulting, SA

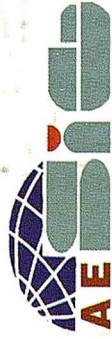
INTERGRAPH

GENASYS

SMALLWORLD

A Autodesk

ORACLE



MAPPING



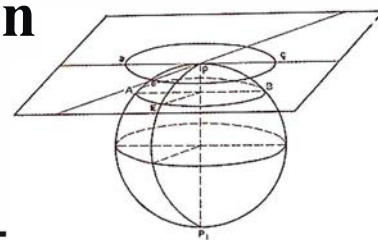
- > Software: MicroStation, Genamap, SMALLWORLD 3.0, Visual Basic, GEOMEDIA PRO, Oracle, Autodesk World.
- > Colaboran: Intergraph, Genasys, SmallWorld, Autodesk, Mapping, Oracle, UCM (Facultad de C.C. Geológicas y Licenciatura de Geografía), Bentley y AESIG.
- > Entrega de CD-ROM Multimedia de las materias SIG/CAD.
- > Quedan en propiedad de los alumnos los software: Genamap, Geomedia PRO, Visual Basic, Autodesk World, Oracle y MicroStation.
- > Tutorías personalizadas (E-Mail y presenciales).
- > Duración del Máster: 12 meses a partir de la matriculación.

INFORMACIÓN: Preguntar por D. Ignacio Muntiz
C/ Vizconde de Matamala, 7 28028 - Madrid
Tlf.: 91 - 355.76.03 fax.: 91 - 356.39.10
mastersig@cibernos.com



Informe ejecutivo sobre la Dirección de Geodesia y Cartografía

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales.



La Dirección de Geodesia y Cartografía se encarga de los trabajos encaminados a rectoriar, preparar y publicar los mapas básicos nacionales, escolares y temáticos de la geociencia, además tiene la responsabilidad de garantizar a los usuarios del sector privado y estatal la precisión y exactitud del Sistema Nacional de Coordenadas que se concretiza en la creación, actualización y mantenimiento del Catastro Físico Nacional, hecho indiscutible que crea la confianza en la tenencia de la propiedad inmueble en general. La organización de esta dirección es la siguiente:

- a. Departamento de Geodesia y Fotogrametría.
- b. Departamento de Cartografía.
- c. Departamento de Catastro.



En 1990 se siente y se vive las consecuencias de un retraso tecnológico que se manifiesta con mayor énfasis en la obsolescencia de los equipos de producción de mapas y la falta de personal técnico altamente calificado que había desaparecido. Es por esta razón que la principal política de desarrollo estaba dirigida hacia la recuperación de la capacidad instalada y la consolidación del recurso humano en términos técnicos.



A partir de 1990 mediante una política de desarrollo acelerada, podría asegurarse que ha habido un crecimiento tecnológico impresionante. Es fácil comprobar esto si notamos que en 1990 para hacer un mapa teníamos que usar tecnología de los años 40, porque era lo único viable que en este momento podía hacerse, sin embargo, en 1996 para hacer este mismo trabajo utilizamos computadoras y tecnología de la era espacial. Contamos actualmente con equipos geodésicos de alta precisión que trabajan con la red de satélite del Ejército Norteamericano, Sistema de Cartografía Digital (DESKTOP CARTOGRAPHY), Catastro Numérico Digital y lo más importante, un desarrollo notable en la preparación del personal técnico, de tal manera que el 30% de toda la población de esta dirección tienen una preparación tecnológica que lo sitúa como el personal clave en el desarrollo de esta actividad, en comparación con 1990, el personal no contaba con el actual nivel técnico.

Como consecuencia de las políticas de desarrollo antes mencionadas, con apoyo de financiamiento externo al presupuesto ordinario, la Dirección de Geodesia y Cartografía ha llevado a cabo los siguientes proyectos de interés nacional, algunos de ellos actualmente en ejecución y otros en proceso de gestión:

1- Mapa Oficial de la República de Nicaragua de la División Política Administrativa (Edición 1993), escala 1:750,000 a colores, con apoyo financiero del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (I.P.G.H.). Además se publicó la Segunda Edición (1995) y actualmente en preparación la Tercera Edición con fondos propios. El último mapa oficial de Nicaragua se publicó en 1977.

2- Amojonamiento en aproximadamente 65kms., de la Frontera Terrestre Nicaragua Costa Rica con apoyo financiero del Ministerio de Relaciones Exteriores (MINREX), proyecto ejecutado en los años 1994 y 1996 en las zonas de conflicto producto de la invasión de ciudadanos no nicaragüenses. Dicho proyecto permitió la recuperación de la soberanía nacional en dicha zona.



3- Proyecto NIC/92/02? «SISTEMA ÚNICO DE CATASTRO APROPIADO AL NIVEL DE LAS ALCALDÍAS MUNICIPALES», llevado a cabo durante el año 1995 en conjunto con el Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal (INIFOM), quien proporcionó entrenamiento y un equipo mínimo de computación para el procesamiento del Catastro Digital. Catorce cabeceras departamentales del Norte, Centro y Pacífico del país se beneficiaron con la información gráfica digital y alfanumérica

ESTRUCTURA DE CARGOS
DIRECCIÓN DE GEODESIA Y
CARTOGRAFÍA
AÑO 1996

DESCRIPCION	CANTIDAD	%
Cargos de Dirección	3	2.73
Cargos Profesionales	7	6.36
Cargos Tec. Superiores	30	27.27
Cargos Técnicos Medios	41	37.27
Cargos Administrativos	12	10.92
Cargos de Apoyo y Servicio	17	15.45
GRAN TOTAL	110	100

contenida en alrededor de 600 mapas catastrales que cubren dichos territorios.

4- Mapa de Nicaragua en Relieve Alzado, escala 1:525,000, con apoyo financiero del Instituto Nicaragüense de Seguros y Reaseguros (INISER), publicado en 1995. El anterior Mapa de Nicaragua en Relieve Alzado, fue publicado en 1976.

5- Actualmente en ejecución el Proyecto «Cartas Aeronáuticas I-FASE», tres hojas en preparación a escala de 1:250,000, con asistencia técnica y financiamiento del Defense Mapping Agency (D.M.A.) del gobierno norteamericano. Fecha de conclusión, primer trimestre 1997.

6- En ejecución el Proyecto NIC/95/008 «Proyecto Piloto de Titulación Urbana», con asistencia técnica de Land Tenure Center (LTC) de la Universidad de Wisconsin U.S.A. y financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID); y consiste en la preparación de mapas catastrales e información conexas de las urbanizaciones objeto de titulación urbana. Fecha de conclusión, abril 1997.

7- En gestión el Proyecto Mapa de la ciudad de Managua, escala 1:20,000, con el apoyo financiero del

Instituto Panamericano de Geografía e Historia (I.P.G.H.), a ejecutarse durante 1997.

8- Gestionado y aprobado el Proyecto «Cartas Aeronáuticas II-FASE», tres hojas escala 1:250,000, con asistencia técnica y financiamiento del Defense Mapping Agency (D.M.A.) del gobierno norteamericano; a ejecutarse durante 1997.

Por otra parte se llevan a cabo proyectos dedicados exclusivamente a la transformación tecnológica de los trabajos técnicos y científicos de Geodesia y Cartografía, entre ellos el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía Digital con apoyo del Proyecto Tecnología Agropecuaria y Ordenamiento de la Propiedad Agraria (PTAOPA), para la adquisición de equipo; incluye también modernización del Sistema Fotogramétrico, Geodésico y Catastral. La transformación tecnológica que lleva a cabo esta dirección en consecuencia de la política gubernamental de desarrollo acelerado y con mucha más razón por el retraso sufrido por esta dirección antes de 1990, nos permitimos sugerir a las autoridades del nuevo gobierno apoyar decididamente este proceso de desarrollo con las siguientes acciones: 1) Otorgar a INETER facultades para incidir en el uso, ma-

nejo y explotación de los Sistemas de Información Geográficos actualmente en proceso de establecimiento y funcionamiento en las instituciones gubernamentales, todo ello a través de la Dirección de Geodesia y Cartografía.

2) Otorgar facultades mediante decreto de ley para que INETER a través de la Dirección de Geodesia y Cartografía supervise y garantice la calidad de los trabajos geodésicos, cartográficos, catastrales y topográficos que realizan instituciones del gobierno por sí mismo o bajo contrato con empresas privadas.


3) La cartografía censal y electoral, cuyos productos son de interés nacional, sea desarrollada y procesada por INETER a través de la Dirección de Geodesia y Cartografía; evitando que instituciones que usan este tipo de información desarrollen organismos con funciones propias de INETER, duplicando de esta manera esfuerzos y gastos.

4) Promover reformas a la Ley de Actualización y Mantenimiento de Catastro Nacional de 1967, para ponerlo acorde con las circunstancias actuales del problema de la propiedad inmueble.

" LA TIENDA VERDE "

C/ MAUDES Nº 38 - TLF. (91) 534 32 57
C/ MAUDES Nº 23 - TLF. (91) 535 38 10
Fax. (91) 533 64 54 - 28003 MADRID

"LIBRERIA ESPECIALIZADA EN
CARTOGRAFIA, VIAJES Y NATURALEZA"

- 
- MAPAS TOPOGRAFICOS: S.G.E. I.G.N.
 - MAPAS GEOLOGICOS.
 - MAPAS DE CULTIVOS Y APROV.
 - MAPAS AGROLOGICOS.
 - MAPAS DE ROCAS INDUSTRIALES
 - MAPAS GEOTECNICOS.
 - MAPAS METALOGENETICOS.
 - MAPAS TEMATICOS
 - PLANOS DE CIUDADES.
 - MAPAS DE CARRETERAS.
 - MAPAS MUNDIS.
 - MAPAS RURALES.
 - MAPAS MONTADOS EN BASTIDORES.
 - FOTOGRAFIAS AEREAS.
 - CARTAS NAUTICAS.
 - GUIAS EXCURSIONISTAS.
 - GUIAS TURISTICAS.
 - MAPAS MONTAÑEROS.

"VENTA DIRECTA Y POR CORRESPONDENCIA"

"SOLICITE CATALOGO"

Noticias

Próximo lanzamiento de la actualización de MicroStation/J de Bentley

La actualización de MicroStation/J se encuentra actualmente en fase beta, para poder salir definitivamente al mercado próximamente

Bentley Systems Inc., ha mejorado su programa de CAD de carácter general con el anuncio de la nueva actualización que en este momento está pasando por la fase beta. Esta actualización de MicroStation/J, incorpora muchas nuevas características entre las que cabe destacar un corrector de escritura basado en JMDL y la incorporación adicional de dos configuraciones de ingeniería.

El grupo de usuarios de MicroStation pudo ver en funcionamiento todas las nuevas características del producto, en una demostración práctica celebrada recientemente en Philadelphia. La opinión de los asistentes fue unánime "El corrector de escritura ha sido muy bien aceptado", afirma un usuario. "Es una característica que los usuarios de MicroStation estábamos esperando, al igual que el soporte "arrastrar" y "soltar" para múltiples ficheros de referencia y el procesamiento lógico de nombres para las tablas de plumas. El nuevo soporte de ayuda para las distintas áreas también es muy bueno".

La prueba final de funcionamiento del producto, conocida en la industria del software como fase beta, ya se está llevando a cabo. Bentley espera que las nuevas características de MicroStation/J estén disponibles para los suscriptores del programa Bentley SELECT antes de finales de septiembre de 1999. Las dos nuevas configuraciones de ingeniería para MicroStation/J que se han incorporado en esta actualización son **MicroStation CivilPAK**, que ofrece, a la amplia comunidad de usuarios MicroStation una potente configuración para ingeniería civil y **MicroStation Schematics**, para ingenierías esquemáticas inteligentes.

Además de los arriba citadas, otras mejoras que ha experimentado el producto son: incrementos en la importación y exportación de formatos DWG, mejoras en el gestor de imágenes, nueva compatibilidad con Microsoft Internet Explorer 4 y 5 para MicroStation Links, y a una gran variedad de características adicionales en todo el producto.

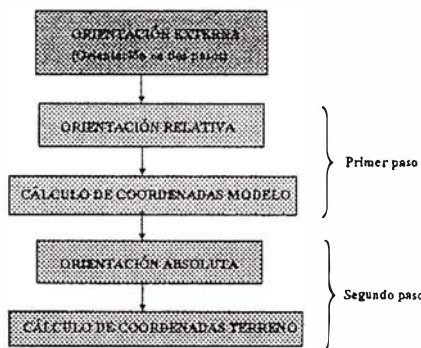
ORIENTACIÓN ANALÍTICA EN DOS PASOS (ORIENTACIÓN RELATIVA POR MODELOS INDEPENDIENTES)

Juan Antonio Pérez Álvarez. (japerez@unex.es)
 José Antonio Ballell Caballero. (jaballell@unex.es)

Centro Universitario de Mérida. Universidad de Extremadura.
 Departamento de Expresión Gráfica.



De las soluciones analíticas utilizadas en fotogrametría para resolver el problema de la orientación externa, la solución de orientación en dos pasos permite realizarla de forma separada; en el primer paso se llevará a cabo la orientación relativa (formación del modelo estereoscópico) y cálculo de coordenadas modelo, y en el segundo el proceso de orientación absoluta y el cálculo de coordenadas terreno.



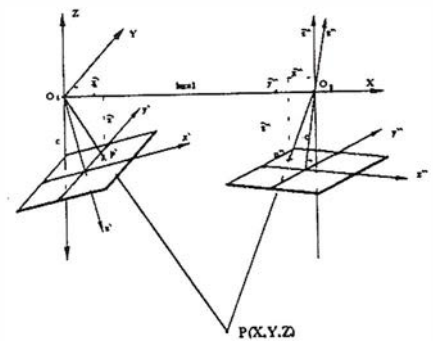
En este artículo se va a desarrollar el proceso de orientación relativa por el método de los giros (modelos independientes) y el cálculo de las coordenadas modelos.

La formación del modelo estereoscópico o determinación de una posición relativa de los dos haces se

habrá realizado correctamente si se produce la intersección de todos los rayos homólogos. Para lograr la formación del modelo se necesita conseguir que la intersección de dichos rayos homólogos se produzca al menos en cinco puntos, distribuidos de forma adecuada sobre el modelo, según Vön Grüber.

La orientación relativa analítica se llevará a cabo midiendo las coordenadas placas (obteniendo a su vez coordenadas imagen, ya que se supone que previamente se ha realizado la orientación interna de cada una de las placas) de un número mínimo de puntos de dos tomas consecutivas con un recubrimiento común (generalmente en fotogramas aéreos es de aproximadamente el 60%). Una vez obtenidas las coordenadas imagen de dichos puntos y por aplicación a cada uno de ellos de la condición de coplaneidad (plano equipolar o nuclear), se conseguirá la intersección de los rayos homólogos.

En el caso de modelos independientes se elige el sistema de coordenadas modelo de tal modo que el origen de coordenadas se encuentre en O_1 , el eje y sea paralelo al plano (x', y') y el eje x pase por el centro de proyección del segundo proyector O_2 , con lo cual $\omega_1 = b_1 = b_2 = 0$. En definitiva, van a ser usados solamente los elementos de rotación $\varphi_1, \kappa_1, \omega_2, \varphi_2, \kappa_2$ (incógnitas), para determinar la posición relativa de las dos tomas.



La condición de coplaneidad puede expresarse como:

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

siendo $(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})$ (x', y', z') las coordenadas del punto p' y p'' respecto a O_1 y O_2 en el sistema modelo. Dichas coordenadas pueden expresarse en función de la matriz de rotación y de las coordenadas imagen de cada una de las placas, llegando a la siguiente expresión:

(Placa izquierda)

$$\begin{bmatrix} \bar{x}' \\ \bar{y}' \\ \bar{z}' \end{bmatrix} = [R_1] \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} \bar{x}' \\ \bar{y}' \\ \bar{z}' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11}' & a_{12}' & a_{13}' \\ a_{21}' & a_{22}' & a_{23}' \\ a_{31}' & a_{32}' & a_{33}' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix}$$

(Placa derecha)

$$\begin{bmatrix} \bar{x}'' \\ \bar{y}'' \\ \bar{z}'' \end{bmatrix} = [R_2] \begin{bmatrix} x'' \\ y'' \\ z'' \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} \bar{x}'' \\ \bar{y}'' \\ \bar{z}'' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11}'' & a_{12}'' & a_{13}'' \\ a_{21}'' & a_{22}'' & a_{23}'' \\ a_{31}'' & a_{32}'' & a_{33}'' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x'' \\ y'' \\ z'' \end{bmatrix}$$

donde los coeficientes de la matriz de rotación de la placa izquierda y derecha son respectivamente:

$$\begin{aligned} a'_{11} &= \cos\varphi \cos\kappa = \cos\varphi \cos\kappa \\ a'_{12} &= -\cos\varphi \sin\kappa = -\cos\varphi \sin\kappa \\ a'_{13} &= \sin\varphi = \sin\varphi \\ a'_{21} &= \cos\omega \sin\kappa + \sin\omega \sin\varphi \cos\kappa = \sin\kappa \\ a'_{22} &= \cos\omega \cos\kappa - \sin\omega \sin\varphi \sin\kappa = \cos\kappa \\ a'_{23} &= -\sin\omega \cos\varphi = 0 \\ a'_{31} &= \sin\omega \sin\kappa - \cos\omega \sin\varphi \cos\kappa = -\sin\varphi \cos\kappa \\ a'_{32} &= \sin\omega \cos\kappa + \cos\omega \sin\varphi \sin\kappa = \sin\varphi \sin\kappa \\ a'_{33} &= \cos\omega \cos\varphi = \cos\varphi \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a''_{11} &= \cos\varphi \cos\kappa, \\ a''_{12} &= -\cos\varphi \sin\kappa, \\ a''_{13} &= \sin\varphi, \\ a''_{21} &= \cos\omega \sin\kappa + \sin\omega \sin\varphi \cos\kappa, \\ a''_{22} &= \cos\omega \cos\kappa - \sin\omega \sin\varphi \sin\kappa, \\ a''_{23} &= -\sin\omega \cos\varphi, \\ a''_{31} &= \sin\omega \sin\kappa - \cos\omega \sin\varphi \cos\kappa, \\ a''_{32} &= \sin\omega \cos\kappa + \cos\omega \sin\varphi \sin\kappa, \\ a''_{33} &= \cos\omega \cos\varphi \end{aligned}$$

La condición de coplaneidad puede expresarse también en forma matricial de la forma siguiente :

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

En la ecuación anterior puede dividirse la matriz de la base por bx, ya que esta componente de la base no es necesaria en la orientación absoluta resultando:

$$\Delta = \begin{bmatrix} x' & y' & c \\ 0 & \beta z & -\beta y \\ -\beta z & 0 & 1 \\ \beta y & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ c \end{bmatrix} = 0$$

En modelos independientes las componentes de la base by, bz son cero, según el sistema de coordenadas elegido anteriormente, por ello, la expresión anterior quedaría de la siguiente forma:

$$\Delta = \begin{bmatrix} x' & y' & c \\ a'_{11} & a'_{12} & a'_{13} \\ a'_{21} & a'_{22} & a'_{23} \\ a'_{31} & a'_{32} & a'_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ c \end{bmatrix} = 0$$

3. Linealización de la ecuación D.

Partiendo de la expresión de coplaneidad descrita en el apartado anterior y dividiendo la matriz de la base por bx, llegaremos a la siguiente expresión:

$$\Delta = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ x' & y' & z' \\ x' & y' & z' \end{bmatrix} = 0 \Rightarrow \Delta = \bar{y}' \bar{z}' - \bar{y}' \bar{z}'$$

desarrollando lo anterior tendremos que:

$$\begin{aligned} \Delta &= \bar{y}' \bar{z}' - \bar{y}' \bar{z}' = (x' a'_{11} + y' a'_{12} + c a'_{13})(x' a'_{21} + y' a'_{22} + c a'_{23}) - (x' a'_{21} + y' a'_{22} + c a'_{23})(x' a'_{11} + y' a'_{12} + c a'_{13}) = \\ &= [x'(\sin\kappa_1) + y'(\cos\kappa_1)] [x'(\sin\omega_2 \sin\kappa_2 - \cos\omega_2 \sin\varphi_2 \cos\kappa_2) + y'(\sin\omega_2 \cos\kappa_2 + \cos\omega_2 \sin\varphi_2 \sin\kappa_2) + \\ &+ c(\cos\omega_2 \cos\varphi_2)] - [x'(\cos\omega_2 \sin\kappa_2 + \sin\omega_2 \sin\varphi_2 \cos\kappa_2) + y'(\cos\omega_2 \cos\kappa_2 - \sin\omega_2 \sin\varphi_2 \sin\kappa_2) + \\ &+ c(-\sin\omega_2 \cos\varphi_2)] [x'(-\sin\varphi_1 \cos\kappa_1) + y'(\sin\varphi_1 \sin\kappa_1) + c(\cos\varphi_1)] \end{aligned}$$

aplicando el desarrollo en serie de Taylor, despreciando infinitésimos de segundo orden.

$$\left(\Delta_0 + \left(\frac{\partial \Delta}{\partial \varphi_1} \right)_0 d\varphi_1 + \left(\frac{\partial \Delta}{\partial \kappa_1} \right)_0 d\kappa_1 + \left(\frac{\partial \Delta}{\partial \omega_2} \right)_0 d\omega_2 + \left(\frac{\partial \Delta}{\partial \varphi_2} \right)_0 d\varphi_2 + \left(\frac{\partial \Delta}{\partial \kappa_2} \right)_0 d\kappa_2 \right)$$

donde es el valor de la ecuación general particularizada para valores aproximados de $\varphi_1, \kappa_1, \omega_2, \varphi_2, \kappa_2$ y los términos $\left(\frac{\partial \Delta}{\partial \varphi_1} \right)_0, \left(\frac{\partial \Delta}{\partial \kappa_1} \right)_0, \left(\frac{\partial \Delta}{\partial \omega_2} \right)_0$ resultado de la aproximación.

3.1 Coeficientes de la función lineal aproximada D.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Delta}{\partial \varphi} &= \left(\frac{\partial}{\partial \varphi} \left(\bar{z}' \frac{\partial \bar{y}'}{\partial \varphi} - \bar{y}' \frac{\partial \bar{z}'}{\partial \varphi} \right) \right) \\ \frac{\partial \bar{z}'}{\partial \varphi} &= x'(\cos\varphi \cos\kappa) - y'(\cos\varphi \sin\kappa) + c(\sin\varphi) = A_1, \end{aligned}$$

$$\frac{\partial \Delta}{\partial \varphi} = \bar{y}' A_1 = B_1,$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Delta}{\partial \kappa_1} &= \left(\frac{\partial}{\partial \kappa_1} \left(\bar{z}' \frac{\partial \bar{y}'}{\partial \kappa_1} - \bar{y}' \frac{\partial \bar{z}'}{\partial \kappa_1} \right) \right) \\ \frac{\partial \bar{y}'}{\partial \kappa_1} &= x'(\cos\kappa_1) + y'(-\sin\kappa_1) = A_2, \\ \frac{\partial \bar{z}'}{\partial \kappa_1} &= x'(\sin\varphi_1 \sin\kappa_1) + y'(\sin\varphi_1 \cos\kappa_1) = A_3, \end{aligned}$$

$$\frac{\partial \Delta}{\partial \kappa_1} = (\bar{z}' A_2 - \bar{y}' A_3) = B_2,$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Delta}{\partial \omega_2} &= \left(\bar{y}' \frac{\partial \bar{z}'}{\partial \omega_2} - \bar{z}' \frac{\partial \bar{y}'}{\partial \omega_2} \right) \\ \frac{\partial \bar{y}'}{\partial \omega_2} &= x'(-\sin\omega_2 \sin\kappa_2 + \cos\omega_2 \sin\varphi_2 \cos\kappa_2) + y'(-\sin\omega_2 \cos\kappa_2 - \cos\omega_2 \sin\varphi_2 \sin\kappa_2) + \\ &+ c(-\cos\omega_2 \cos\varphi_2) = -a'_{11} x' - a'_{12} y' - a'_{13} c = -\bar{z}' \\ \frac{\partial \bar{z}'}{\partial \omega_2} &= x'(\cos\omega_2 \sin\kappa_2 + \sin\omega_2 \sin\varphi_2 \cos\kappa_2) + y'(\cos\omega_2 \cos\kappa_2 - \sin\omega_2 \sin\varphi_2 \sin\kappa_2) + \\ &+ c(\sin\omega_2 \cos\varphi_2) = a'_{21} x' + a'_{22} y' + a'_{23} c = \bar{y}' \end{aligned}$$

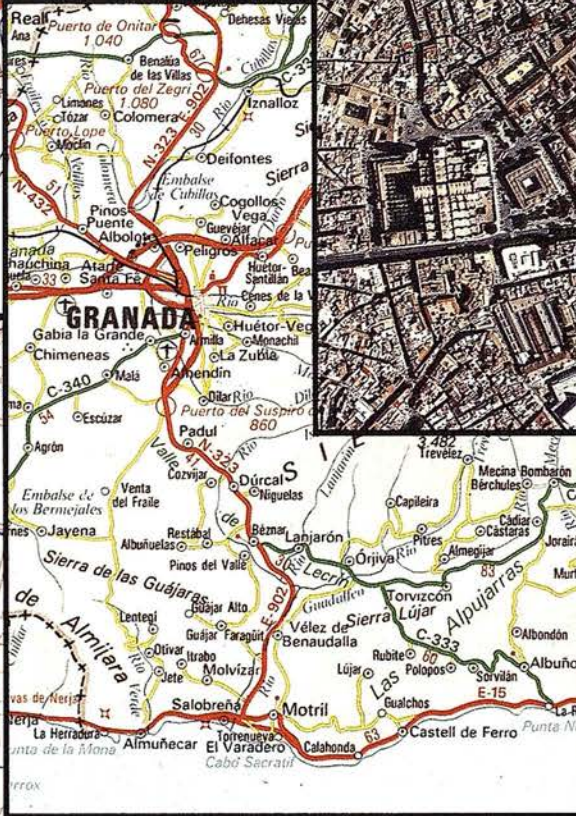
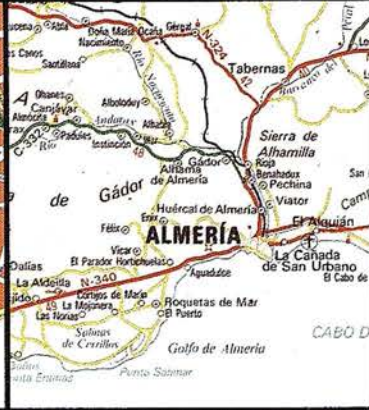
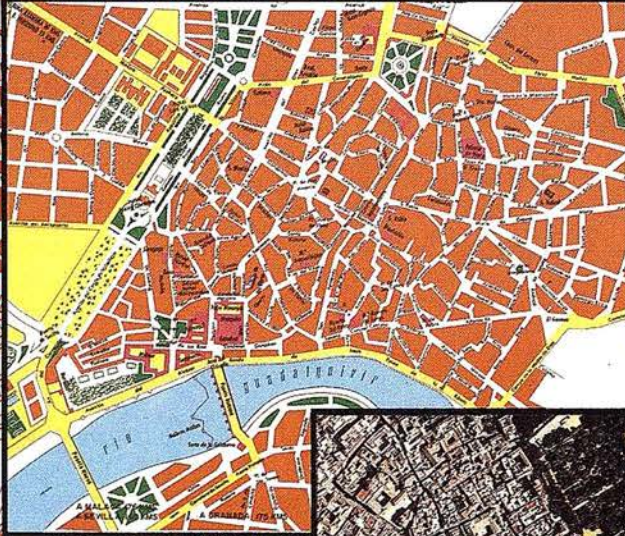
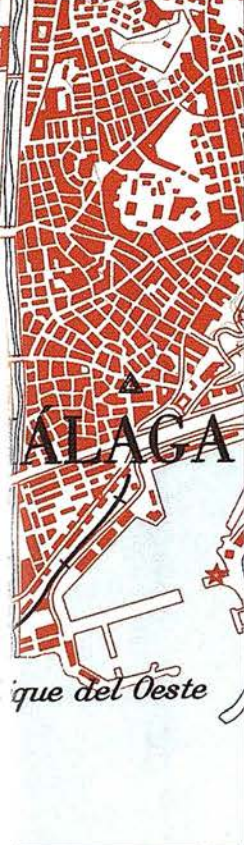
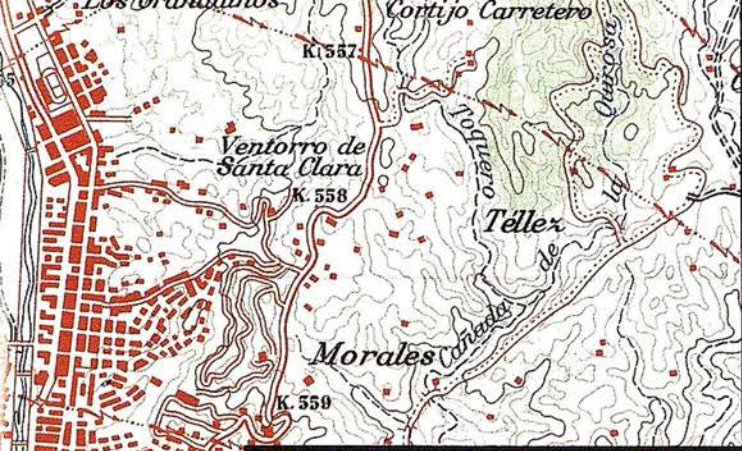
$$\frac{\partial \Delta}{\partial \omega_2} = (\bar{z}' \bar{y}' + \bar{y}' \bar{z}') = B_3,$$

RESTISUR, S.L.



C/ San Vicente, 17 - Bajo
Tfno.: 95-490 21 81 - 490 32 06
Fax: 95-490 46 15
41002 SEVILLA

- FOTOGRAMETRÍA
- DIGITALIZACIÓN
- CARTOGRAFÍA
- PROCESO DE DATOS
- TOPOGRAFÍA
- ORTOFOTOGRAFÍA
- LABORATORIO TÉCNICO Y DIBUJO



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

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

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

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

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

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

$$= a_{22}'' x'' - a_{21}'' y'' = A_{23}$$

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

$$= a_{24}'' x'' - a_{25}'' y'' = A_{24}$$

$$\frac{\partial \Delta}{\partial \kappa_2} = (\bar{y}' A_{23} - \bar{z}' A_{24}) = B_{15}$$

3.2 Sistema de ecuaciones indirectas.

Midiéndose las coordenadas imagen de un número de puntos (**n 5**) en dos fotogramas consecutivos y fijándose para los parámetros de orientación valores aproximados, estableceremos el siguiente sistema de ecuaciones de observación:

$$\begin{bmatrix} B_{11}'' & B_{12}'' & B_{13}'' & B_{14}'' & B_{15}'' \\ B_{21}'' & B_{22}'' & B_{23}'' & B_{24}'' & B_{25}'' \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ B_{31}'' & B_{32}'' & B_{33}'' & B_{34}'' & B_{35}'' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d\varphi_1 \\ d\kappa_1 \\ d\omega_1 \\ d\varphi_2 \\ d\kappa_2 \end{bmatrix} + [(\Delta \cdot)] = 0$$

$$[B] \cdot [X] - [(\Delta \cdot)] = 0$$

El sistema que se resolverá aplicando la metodología de mínimos cuadrados a los residuos obtenidos de la aproximación efectuada en los parámetros de orientación(en este caso los cinco giros).

$$[B][X] - [(\Delta \cdot)] = [V] \left\{ \begin{array}{l} \Phi = [V]^T [V]; \frac{\partial \Phi}{\partial X} = \text{mínimo} \\ [X] = [B]^T [B]^{-1} [(\Delta \cdot)] \end{array} \right.$$

Los parámetros de orientación tras la primera iteración serán:

$$\begin{aligned} \varphi_i &= \varphi_a + d\varphi & \kappa_i &= \kappa_a + d\kappa \\ \omega_i &= \omega_a + d\omega & \varphi_j &= \varphi_a + d\varphi \\ \kappa_j &= \kappa_a + d\kappa \end{aligned}$$

Los subíndices "a" e "i" representan respectivamente el valor aproximado, y el número de la iteración. En el caso de la primera iteración i=1, y los valores de los parámetros(giros) en esta primera iteración serán cero, ya que no son conocidos.

Tras varias iteraciones se obtendrá la solución final, utilizando para cada iteración los parámetros calculados anteriormente. Este proceso iterativo de cálculo finalizará cuando los valores de las incógnitas apenas varíen entre iteraciones.



En aquellos casos en los cuales los ángulos de rotación (giros de cada una de las placas) son pequeños, es suficientemente preciso simplificar en la matriz de rotación R los senos por los ángulos y los cosenos por 1 ($\text{sen} \alpha \approx \alpha; \cos \alpha \approx 1$), resultando:

$$R = \begin{bmatrix} 1 & -\Delta\kappa & \Delta\varphi \\ \Delta\kappa & 1 & -\Delta\omega \\ -\Delta\varphi & \Delta\omega & 1 \end{bmatrix}$$

Como puede observarse esta expresión no cumple la condición de ortogonalidad, aunque en algunos casos fotogramétricos es suficientemente correcta.

Sustituyendo estos valores en la condición de coplaneidad se llega a una expresión de la forma:

$$\begin{bmatrix} 1 & \Delta\kappa_1 & -\Delta\varphi_1 & 0 & 0 & 0 \\ -\Delta\kappa_2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ \Delta\varphi_2 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & -\Delta\kappa_2 & \Delta\varphi_2 \\ \Delta\kappa_1 & 1 & -\Delta\omega_1 \\ -\Delta\varphi_1 & \Delta\omega_1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ c \end{bmatrix} = 0$$

Desarrollando la expresión anterior quedándonos con los términos de primer orden :

$$\Delta\kappa_1 x' - \Delta\varphi_1 x' y' - \Delta\kappa_2 (x')^2 + \Delta\omega_1 (y' y' + c^2) + (c y' - y') = 0$$

Como resultado se obtiene una ecuación que es lineal, pudiéndose plantear fácilmente el sistema de ecuaciones de observación para deducir los parámetros de orientación relativa.

$$\begin{bmatrix} (x'_i y'_i) & c x'_i & (y'_i y'_i + c^2) & -(x'_i y'_i) & -c x'_i \\ (x'_j y'_j) & c x'_j & (y'_j y'_j + c^2) & -(x'_j y'_j) & -c x'_j \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ (x'_i y'_i) & c x'_i & (y'_i y'_i + c^2) & -(x'_i y'_i) & -c x'_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta\varphi_i \\ \Delta\kappa_i \\ \Delta\omega_i \\ \Delta\varphi_j \\ \Delta\kappa_j \end{bmatrix}$$



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

Una vez efectuada la orientación relativa, tendremos el valor de las cinco incógnitas(en nuestro caso los cinco giros) $\varphi_i, \kappa_i, \omega_i, \varphi_j, \kappa_j$

4^a Semana Geomática B a r c e l o n a

" Cartografía y Navegación "

VI^a Feria Expogeomática 2000

Sitges, 3/6 Abril 2000

Hotel Meliá Gran Sitges

4^a Semana Geomática

Sesiones técnicas sobre Cartografía y Navegación.
Simposiums especializados.
Premios "Jordi Viñas i Folch" y "Luis Martín Morejón"

Feria Expogeomática

Exposición de las principales empresas
de la Geomática y la Navegación.

Fecha límite de entrega de resúmenes:
30 de Octubre de 1999

Fecha límite de inscripción:
Tarifa con reducción: 31 de Enero de 2000
Tarifa normal: 1 de Febrero de 2000

Secretarías:

4^a Semana Geomática
Sra. Magda Martí
e-mail: info4sg@icc.es
Tel. 93 425 29 00
Fax 93 426 74 42
Institut de Geomàtica
Parc de Montjuïc
E-08038 Barcelona
<http://www.icc.es/castella/concas.html>

Expogeomática
Sr. José Ignacio Nadal
Sr. Luís Martínez Alegría
e-mail: mapping@ctv.es
Tel. 91 527 22 29
Fax 91 528 64 31
Pº Sta. María de la Cabeza, 42 1º
E-28045 Madrid
<http://www.ctv.es/mapping>

Organizadores:



Col·legi Oficial
d'Enginyers Tècnics
en Topografia
CATALUNYA

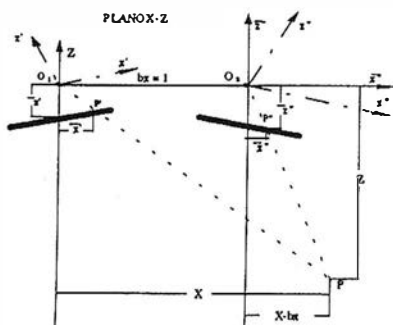
Organizador:

CartoSIG Editorial, S.L.

S e m a n a G e o m à t i c a / E x p o g e o m à t i c a 2 0 0 0

Partiendo del sistema de coordenadas con origen en O_1 , se van a calcular las coordenadas modelo de cada uno de los puntos de interés. Para ello es necesario determinar para cada uno de ellos dos factores de escala (μ), correspondientes al haz izquierdo y derecho.

En la figura adjunta se representa el plano X-Z del modelo donde los rayos homólogos interceptan en un punto común (P), y del cual se quiere determinar su posición (x, y, z)



$$\frac{O_1P}{O_1p} = \frac{x}{x'} = \frac{y}{y'} = \frac{z}{z'} = \lambda$$

$$\frac{O_2P}{O_2p} = \frac{x}{x''} = \frac{y}{y''} = \frac{z}{z''} = \mu$$

$(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})$ son las coordenadas imagen del punto P en la placa izquierda en su posición ideal.

(x'', y'', z'') coordenadas imagen de un punto P en la placa derecha, en posición ideal.

$$\begin{bmatrix} \bar{x}' \\ \bar{y}' \\ \bar{z}' \end{bmatrix} = [R_1] \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix}$$

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

Determinación de coordenadas modelo.

En el cálculo de las coordenadas modelo puede introducirse como valor de la base (bx) la media de la pasada [bx = s m₀ (1-p%); donde s es el formato del fotograma, m₀ el denominador de la escala a imagen y p% el recubrimiento longitudinal] o simplemente considerar que bx=1.

Haz izquierdo :

$$\begin{aligned} x &= \mu x' + bx \\ y &= \lambda y' \\ z &= \lambda z' \end{aligned}$$

Haz derecho :

$$\begin{aligned} x &= \mu x'' + bx \\ y &= \mu y'' \\ z &= \mu z'' \end{aligned}$$

- 1) $x - \lambda x' = \mu x'' + bx$
- 2) $y - \lambda y' = \mu y''$
- 3) $z - \lambda z' = \mu z''$

De las tres ecuaciones obtenidas anteriormente se van a utilizar la 1 y la 3 para la determinación de las dos incógnitas (μ).

$$1) \lambda = \frac{\mu x'' + bx}{x'}$$

$$3) \mu x'' z' + z' bx = \mu z'' x' \Rightarrow \mu = \frac{z' bx}{z'' x' - x'' z'}$$

$$\lambda = \frac{z'' bx}{z'' x' - x'' z'}$$

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

Al obtener y y z . De las ecuaciones 1 y 3 tendremos:

Para x , z un único valor:

$$\begin{cases} x = \lambda x' = \mu x'' + bx \\ y = \lambda y' = \mu y'' + by \end{cases}$$

Para y dos valores independientes:

$$\begin{cases} y_1 = \lambda y' & y_2 = \mu y'' + by \\ y = \frac{y_1 + y_2}{2} \end{cases}$$

La diferencia entre y_1 y y_2 es la paralaje P_y residual a escala modelo.

Manual Fotogramétrico de bolsillo .- Albertz/kreiling
Fotogrametría .- Serafín López Cervo.
Mapping from aerial photographs .- Burnside.
Elements of photogrammetry .- Wolf
Topografía II .- Chueca Pazos.
Restitución Analítica (U.P.V.) .- Guillém Picó/Herráez Boquera
Analytical photogrammetry .- Sanjib K. Ghosh.
Apuntes de fotogrametría (U.P.M.) .- Domingo Clavo.
Curso de fotogrametría analítica .- Alfonso Gómez Molina.(U.P.M.)
Restitución Analítica (C.U.M.-UEX) .- Juan Antonio Pérez Alvarez.

BOLETIN DE SUSCRIPCIÓN

MAPPING

Deseo suscribirme a la revista MAPPING por 12 números, al precio de 11 números.

Precio para España: 9.900 pas. Precio para Europa y América: US\$ 120.

Forma de pago: Talón nominativo o transferencia a nombre de CARTOSIG EDITORIAL, S.L.

CAJA MADRID: Av. Ciudad de Barcelona, 136 - Ag. 1813 - c.c. 3000-686050

Enviar a: CARTOSIG EDITORIAL, S.L. - P² Sta. M^a de la Cabeza, 42 - Of. 3 - 28045 MADRID.

Nombre NIF ó CIF.....

Empresa..... Cargo.....

Dirección Teléfono

Ciudad C.P. Provincia

Sokkia presenta

las nuevas series de estaciones totales

ESTACION TOTAL
novedad
SIN PRISMA



Isidoro Sánchez S. A.

TOPOGRAFIA

www.isidoro-sanchez.com

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO DE:

SOKKIA

Sistemas de posicionamiento en tiempo real



Una solución para los ingenieros del siglo XXI

Cuando la corrección diferencial por satélite, demostró, ser la tecnología más avanzada y fiable para la adquisición de datos de campo en tiempo real, los ingenieros de Terrasystem se reunieron para diseñar la mejor "herramienta" disponible.

El objetivo era claro: ofrecer al mercado de la topografía expedita una herramienta con la que poder definir en tiempo real puntos, líneas, áreas y perímetros, con capacidad para realizar cálculos directamente en campo.

Una herramienta que aprovechándose de su propia condición de ofrecer coordenadas de precisión en tiempo real, estuviera preparada para la realización de inventarios de campo, con incorporación de todos los métodos paralelos auxiliares disponibles (captura de fotografías georreferenciadas, captura de puntos inaccesibles, actualización de bases de datos...).

A este proyecto se le añadió la capacidad para importar y exportar datos de la manera bidireccional, desde y a cualquier SIG. La respuesta no se hizo esperar. El receptor GPS Mapper representa la solución más fiable, económica e inteligente para la actualización de datos de campo con las siguientes ventajas:

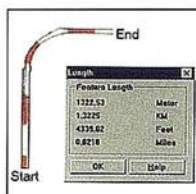
- ✓ Versatilidad
- ✓ Facilidad para el manejo en mediciones, actualizaciones y navegación de precisión.
- ✓ Visualización del dato en tiempo real.
- ✓ Importación / exportación de ficheros cartográficos y SIG, para verificación.
- ✓ Costo razonable

Si desea más información sobre la mejor herramienta del siglo XXI, llámenos le ofreceremos una demostración sin compromiso. Grafinta S.A Avda. Filipinas, 46 Madrid 28003 Tel. 91 5537207 Fax 915336282 web site <http://www.grafinta.com> E-mail grafinta@grafinta.com



Inventarios

Captura de imágenes georreferenciadas, incorporación de atributos, volcado a cartografía.



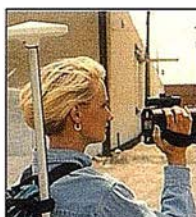
Líneas

Generación automática de líneas con posibilidad de medición "in situ". Especialmente adecuado para caminos, sendas, deslindes.



Áreas

Generación de áreas, superficies y perímetros con posibilidad de medición "in situ. Cálculo, división... etc



Puntos Excéntricos

Para aquellos puntos inaccesibles, contamos con la generación automática de distancias a partir de otros sensores.



Actualización de bases de datos

Gracias a su capacidad de importar/exportar ficheros de distintos formatos, el sistema permite actualizar en campo, y de manera gráfica bases de datos georreferenciados.



Navegación precisión

Gracias a la obtención de posiciones submétricas en tiempo real, el usuario puede navegar a un punto desconocido.