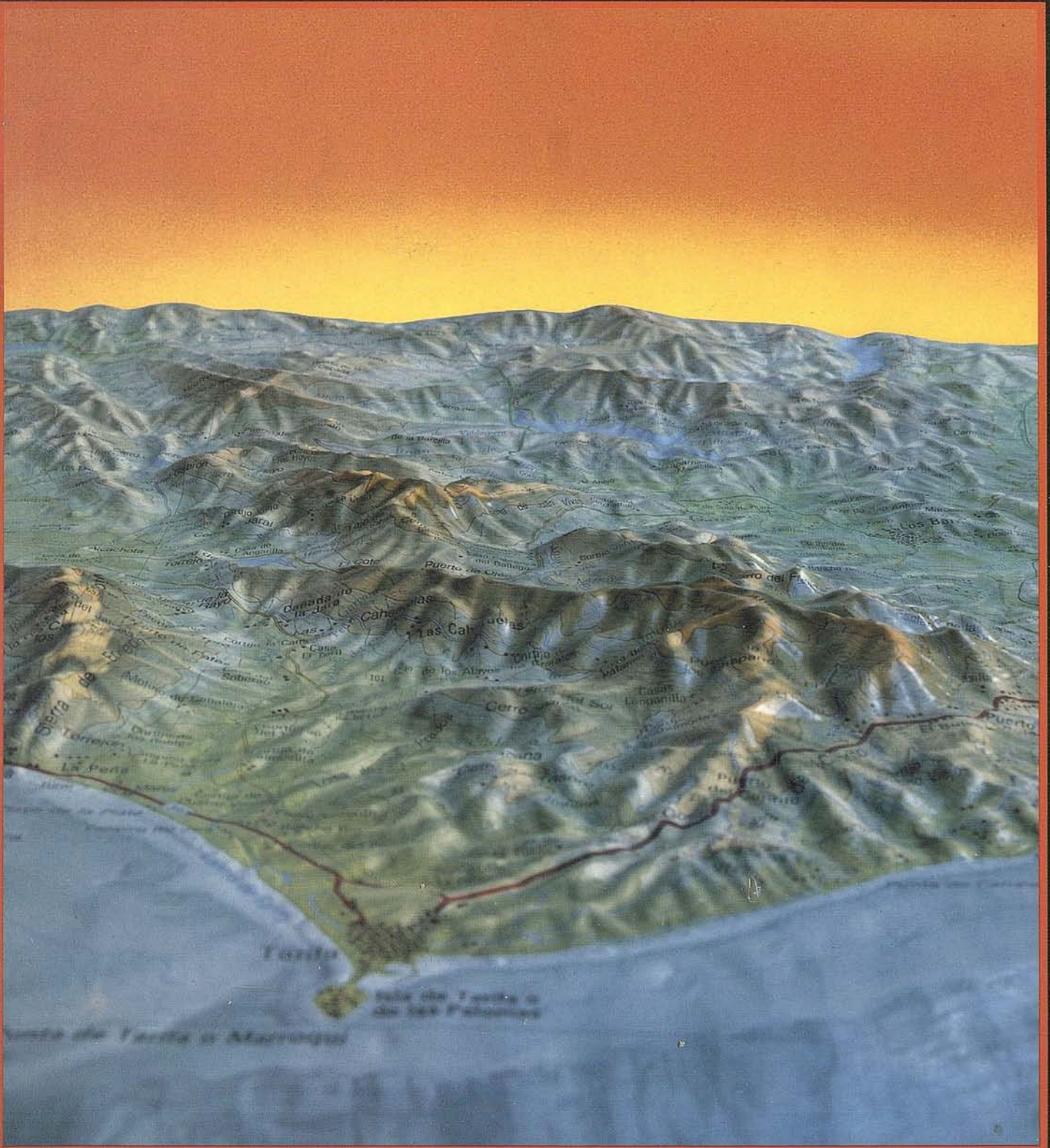


# MAPPING

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



PRECIO 900 PTAS.

Nº 29 MARZO 1996



# GEOMATICA 96

PARA SACIARSE DE CONOCIMIENTOS TECNOLOGICOS



TOPOGRAFÍA



CARTOGRAFÍA



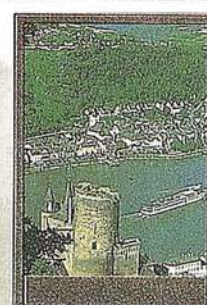
SIG



TELEDETECCIÓN



MEDIO AMBIENTE



Preparate porque esta primavera te esperamos en:  
**Iª FERIA NACIONAL DE TOPOGRAFIA, CARTOGRAFIA,  
SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA, TELEDETECCION,  
MEDIO AMBIENTE Y SERVICIOS.**

Madrid, del 11 al 13 de junio de 1996. Hotel Melia Castilla.

Para más información contacta con **MAP & SIG CONSULTING**,  
teléfono: (91) 527 22 29.



# FUNCIONALIDAD INIGUALABLE

## PRECIO MINIMO

SOFTWARE FOR PROFESSIONALS

Vale la pena conocer cómo sacarle provecho a su dinero, con el nuevo paquete integrado Mapping Office de Intergraph.

Porque cuando se trata de los distintos aspectos de la Cartografía Digital o de un SIG, tales como la definición del proyecto y la captura y validación de los datos necesarios antes de empezar a obtener resultados, podría Vd. pensar que hay que adquirir un software diferente para cada tarea.

Quizas haya sido así en el pasado. Hoy día, el nuevo paquete integrado de Intergraph Mapping Office, compatible con Windows®, facilita estas tareas -y muchas otras. Permite la captura de mapas, fotografías aéreas, imágenes de satélite y escaneado de planos y convertirlos rápidamente en una Base de Datos SIG. Es decir, proporciona las herramientas que Vd. precisa para realizar consultas espaciales y análisis de datos y para generar mapas temáticos e informes.

Y todo ello a un precio excepcional, acorde con su presupuesto.

# INTERGRAPH

SOFTWARE SOLUTIONS

Para obtener más información, contacte con Intergraph España, tf. (91) 372 80 17, o bien con nuestros Distribuidores Autorizados:

AISCAD  
ALTEK SYSTEM  
CADELIN  
COREMAIN  
EASO INFORMÁTICA  
INTERCOMPUTER SOFT

BARCELONA (93) 408 14 36  
BARCELONA (93) 207 16 12  
LEON (987) 209184  
S.COMPOSTELA (981) 57 12 49  
BILBAO (94) 424 53 99  
ZARAGOZA (976) 44 32 77

MCA INFORMÁTICA  
PENTA3  
PROJECTE  
SERESCO ASTURIANA  
SERVITEC  
TRACASA

ALICANTE (96) 511 20 44  
MADRID (91) 767 16 44  
BARCELONA (93) 418 85 06  
OVIEDO (98) 523 53 64  
VALENCIA (96) 382 51 18  
PAMPLONA (948) 24 05 50

Intergraph y el logo Intergraph son marcas registradas de Intergraph Corporation. Windows es una marca registrada de Microsoft Corporation. MicroStation es una marca registrada de Bentley Systems Inc. Otras marcas y nombres de productos pertenecen a sus respectivos propietarios.





**Edita:**  
MAP & SIG CONSULTING

**Editor - Director:**  
D. José Ignacio Nadal

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

**Fotocomposición:**  
Departamento propio

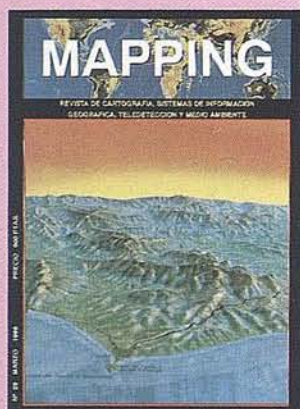
**Fotomecánica:**  
Hazel, s. l. Sistemas de Reproducción

**Impresión:**  
A.G. MAWIJO, S.A.

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

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

Portada:



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

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

- 6** NUEVAS TECNOLOGÍAS FRENTE A UN VIEJO ENEMIGO
- 14** PIROMACOS: SISTEMA PARA EL CONTROL DE INCENDIOS FORESTALES
- 36** LOS INCENDIOS FORESTALES EN LA COMUNIDAD DE CASTILLA Y LEÓN
- 44** APLICACIONES DE LA INFORMÁTICA PARA EL COMBATE DE INCENDIOS FORESTALES EN LA COMUNIDAD DE MADRID
- 46** EL SERVICIO INTEGRAL FORESTAL AL SERVICIO DE LA GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE
- 51** 1ª JORNADAS DE AYUNTAMIENTOS USUARIOS DE TECNOLOGIA, S.I.G.
- 60** PROCESOS DE DEGRADACIÓN AMBIENTAL E IMÁGENES DE SATÉLITE: APLICACIONES DE SPOT
- 72** DOS EJEMPLOS DE UTILIZACIÓN DE LOS S.I.G. EN LA GESTIÓN FORESTAL Y UN SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL APLICADO A LA MISMA
- 86** NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA ORDENACIÓN DE LA MONTAÑA MEDIA CASTELLANO-MANCHEGA
- 112** ACTUALIZACIÓN DEL PLANO CIUDAD DE MADRID



# Muestre toda la realidad de sus proyectos.

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

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

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

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

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

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



 **HEWLETT®  
PACKARD**

EL NUEVO PLOTTER HP DESIGNJET 750C





## Nuevas tecnologías frente a un viejo enemigo

por Ricardo Vélez.

Jefe del Área de defensa contra  
Incendios Forestales.

Dirección General de Conservación  
de la Naturaleza.

Ministerio de Agricultura, Pesca y  
Alimentación.  
Madrid.

### 1. INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales en el monte constituyen una de las causas principales de deforestación, tanto en los países desarrollados como en el Tercer Mundo.

En las regiones menos pobladas del Globo suelen ser los rayos los causantes de los incendios. Sin embargo, en el área mediterránea, donde se encuentra nuestro país, son actividades humanas, utilitarias o recreativas, las que originan la mayoría de los fuegos.

El carácter crónico de este fenómeno revela que hay condiciones estructurales, es decir, permanentes, que están en la raíz del problema. El clásico símil del triángulo, utilizado para explicar cómo se inicia el fuego, sirve también para señalar las causas estructurales de los incendios. Clima, vegetación y población de determinadas características conjuntadas componen el triángulo del fuego.

El clima mediterráneo posee una estación seca y cálida, a veces con fuertes

Fig.1. Central de operaciones para coordinación de medios contra incendios forestales.



vientos, en la que la humedad de los combustibles muertos se reduce extraordinariamente, facilitando la ignición por focos caloríficos muy pequeños, así como la propagación posterior.

La vegetación, en general adaptada al fuego, produce enormes acumulaciones de combustibles muertos en las que el incendio puede empezar y desarrollarse.

La población, cuya densidad en las áreas mediterráneas se incrementa precisamente durante la estación seca, invade las áreas forestales en busca de recreo, utilizando, a veces, el fuego. Las poblaciones rurales, aunque en regresión numérica, conservan la práctica antigua de emplear el fuego como instrumento de preparación del terreno, tanto para la agricultura como para la ganadería.



Fig.2. Unidades móviles de meteorología y transmisiones para puesto de mando en el incendio.

Sobre la población, como causante inmediata de los incendios, es posible actuar mediante las ciencias sociales para analizar su comportamiento, y mediante la legislación, para orientarlo con espíritu conservacionista.

El papel de las nuevas tecnologías está en las actuaciones relativas a la vegetación para analizar su estado y modificarlo de manera que se dificulte la iniciación y la propagación del fuego.

En este concepto de nuevas tecnologías se pueden considerar dos grupos, las relativas a proceso de datos y las relativas a nuevos materiales.

Las primeras permiten:



- medir gran variedad de parámetros de modo automatizado,
- manejar y procesar gran cantidad de datos,
- transmitir información a larga distancia y a gran velocidad.

Las segundas permiten obtener resultados en cuanto a duración y rendimiento notablemente superiores a los que proporcionan los materiales tradicionales.



Fig.3. Avión observador con equipo de captación y transmisión de imágenes.



Fig.3A. Imagen enviada por el avión observador con coordenadas GPS.

En las líneas siguientes haremos inventario de las posibilidades actuales



y de los caminos que pueden explorarse para reducir el problema de los incendios forestales, analizando la aplicabilidad de estas tecnologías tanto para la prevención, como para la extinción.

## 2. PREVENCIÓN: PREDICCIÓN DEL PELIGRO

El conocimiento de las condiciones en que puede desarrollarse el incendio es esencial para la preparación de medios de combate y para programar acciones persuasivas y disuasorias dirigidas a la población.

Ese conocimiento precisa:

- La obtención de datos.
- Su almacenamiento.
- Su procesado.

Para la obtención de datos se puede contar con:

- La observación meteorológica con estaciones automáticas, dotadas de sensores calibrables, que pueden almacenar datos en memoria y transmitirlos en tiempo real por radio, cable telefónico o satélite, además de ofrecerlos directamente en pantalla o impresora.

El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) ha montado estaciones de este tipo en zonas forestales de alto riesgo para completar la red del Instituto Nacional de Meteorología (INM).

También se ha instalado una estación detectora de descargas eléctricas, con un radio de acción de 400 Km., para identificar los puntos con riesgo de incendios por rayos. El área cubierta principalmente son las montañas del Sistema Ibérico (Centro-Este), que presentan la mayor frecuencia de fuegos provocados por rayos. La red de radares del INM proporciona cobertura nacional para este riesgo.

- La *teledetección* para conocer la situación en grandes áreas mediante imágenes de satélite. La predicción meteorológica las utiliza en

todo momento (METEOSAT).

Hay varios proyectos impulsados por el MAPA en el campo de la teledetección, en los que intervienen el INIA, el INM y las Universidades de Alcalá de Henares y de Valladolid.

Se estudia la aplicación de imágenes NOAA-AVHRR para determinar diferencias de grado de humedad en la vegetación que muestren incrementos o disminuciones del peligro. El objetivo principal es ayudar a la predicción de situaciones con alta probabilidad de grandes incendios, ya que en ellas se producen los mayores daños.

Otro uso de la teledetección es la evaluación de superficies quemadas, y el seguimiento de la evolución postincendio, tema sobre el cual ya hay una serie de experiencias positivas y que requiere el desarrollo de metodologías adaptadas a las necesidades de la estadística de incendios forestales. El MAPA ha impulsado con la Universidad de Alcalá de Henares un proyecto en este campo.

Para el almacenamiento de datos se puede contar con:

- Las bases de datos, manejables actualmente con PC. La base de datos sobre incendios forestales en España (EGIF) es la más larga de Europa, habiéndose iniciado en 1968, al aprobarse la Ley de Incendios Forestales. Es también la más completa, con el mayor número de datos sobre cada incendio.

Tiene carácter descentralizada, de manera que puede manejarse a niveles nacional, comunitario, provincial, comarcal o municipal según se requiera para los trabajos de planificación.

A nivel nacional los datos grabados en Dbase IV son trasladados a INFORMIX como base de datos relacional.

- Los sistemas de información geográfica, que crean bancos de datos en los que puede aparecer, sobre cartografía digitalizada, la información conveniente acerca del estado

selvícola de los montes, especies, modelos de combustibles, etc. La base de datos ARC/INFO y el nuevo Inventario Forestal son los instrumentos que el MAPA está poniendo en marcha con esta finalidad.

El proceso de la información para predecir el peligro cuenta con desarrollos como:

- Los modelos de comportamiento del fuego que describen la evolución de incendios de origen puntual a partir de datos de combustibles, meteorología y relieve.

En España se adaptó hace 10 años el modelo BEHAVE, desarrollado por el U.S. Forest Fire Laboratory, con resultados muy positivos.

El empleo de este sistema requiere la identificación de modelos de combustible, según una clasificación normalizada, trabajo que está siendo realizado por el ICONA con la colaboración del INIA. Están ya disponibles las claves correspondientes a los montes de toda España.

- Los programas de ordenador, que permiten utilizar los modelos rápida y sencillamente. Está disponible el BEHAVE en español para hacer predicciones acerca de la velocidad de avance del fuego, su intensidad calorífica, la altura de las llamas y su forma, así como orientar para tomar decisiones acerca del empleo de medios aéreos como apoyo a los de tierra.

En los últimos años la Universidad Politécnica de Madrid ha desarrollado para el MAPA un programa de simulación, denominado CARDIN, que permite prever la evolución más probable de un incendio. Este programa corre en ordenadores 386 con tarjeta VGA y superiores.

CARDIN se completa con DIGICAR, programa para la creación de la base de datos geográfica, y con GFUEGO, programa para la gestión de los medios de extinción, constituyendo el conjunto un Sistema experto.

CARDIN se ha preparado para que pueda leer datos del SIG TERRASOFT, disponible en varias Comunidades autónomas, con mapas de modelos de



combustibles, necesarios junto con los datos topográficos y meteorológicos para hacer la simulación.

Está en vías de preparación la compatibilidad de CARDIN con ARC/INFO. Se tiene en estudio la utilización de los datos del Inventario Forestal y del Mapa Forestal para generar mapas de modelos de combustibles.

Mientras tanto el Mapa Forestal sobre ARC/INFO es una herramienta de uso ordinario en la Central de Operaciones de la DGCN para la toma de decisiones sobre el movimiento de medios de cobertura nacional.

El sistema PIROMACOS, desarrollado por ICI con la Universidad Politécnica de Madrid se apoya en CARDIN y proporciona, junto a la simulación gráfica, el despliegue óptimo de los medios de extinción, con las rutas críticas según la red de pistas en el monte y, mediante retroalimentación, va evaluando las necesidades sucesivas de nuevos medios.

Incluye un módulo tridimensional para facilitar la interpretación en la central de operaciones.

- Como parte del Sistema, se emplea un módulo de cálculo del índice de peligro a partir de la probabilidad de ignición del combustible fino muerto y teniendo en cuenta la fuerza y dirección del viento, lo que permite definir tres estados de peligro, PREALERTA, ALERTA y ALARMA, con sus correspondientes consecuencias en cuanto a medidas preventivas y disponibilidad de medios de extinción.

### 3. INFRAESTRUCTURA: DETECCIÓN Y COMUNICACIONES

Las medidas preventivas pueden reducir el número de incendios, pero sería utópico pretender que no se produjera ninguno. Por ello, es preciso disponer de medios de ataque y de un sistema de movilización. En este último campo la tecnología actual ofrece numerosos avances, tales como:

- La instalación de centrales de operaciones. En ellas se pueden reunir sistemas complejos de comunica-

ciones generales, teléfono, telex, telefax y coordinar redes propias de radio en FM, para uso local, y en HF para uso regional.

Estas centrales desempeñan el papel de coordinadoras de medios, con el valioso instrumento de los ordenadores, mediante los cuales se pueden utilizar los programas citados de predicción de comportamiento del fuego, los bancos de datos sobre incendios y los inventarios de medios para gestionarlos con la máxima productividad.

- Las estructuras de vigilancia terrestre, constituidas por las clásicas torres y casetas en puntos dominantes, desde las que detectan los incendios personas conocedoras del terreno.

La utilización de estructuras de madera laminada y de otros productos derivados de la madera permite mejorar la habitabilidad de estas instalaciones, reduciendo su impacto en el paisaje.

La escasez de personal para labores de detección comienza a hacer interesante el empleo de sensores de infrarrojos (IR) combinados con cámaras de video (CCD). Con carácter experimental el MAPA ha montado dos estaciones con el citado equipamiento en las que se están desarrollando los programas de identificación de alarmas y transmisión a distancia (radio o teléfono con video lento), compatibles con la facilidad de manejo. El radio de cobertura está entre 10 y 15 KM.

Asimismo se ha construido una unidad móvil (IR/CCD) para su desplazamiento a los incendios y seguimiento de puntos calientes en el perímetro.

Otras iniciativas en este terreno han sido la de la Junta de Andalucía con otras dos estaciones y la de Red Eléctrica que está experimentando el empleo de sensores IR/CCD en línea de alta tensión, enviando a través de fibra óptica, como una colaboración del entorno en que se sitúan sus instalaciones.

- La vigilancia móvil terrestre es imprescindible para completar la información dada por los puntos fijos. La tendencia actual es combinarla con el primer ataque. Para ello, el MAPA ha desarrollado

vehículos todo terreno con equipo desmontable de cisterna (300-400 l.) y motobomba para utilizarlos como coches patrulla en las áreas de mayor riesgo, añadiendo a sus funciones la preventiva de la disuasión al hacerse visible el público.

- La vigilancia aérea permite completar la cobertura de vigilancia en comarcas muy montañosas donde se producen muchas áreas ciegas, no divisibles desde ningún punto fijo. Para esta vigilancia el empleo de equipos GPS es imprescindible, al permitir situar exactamente el foco por coordenadas. Estos aparatos también son interesantes para la gestión de los medios y para la medida rápida de superficies quemadas.

La detección aérea simple se ha visto mejorada por la posibilidad de usar también la televisión y los infrarrojos. Aeronaves portantes de cámaras de infrarrojos pueden realizar mapas de incendios en progresión, "viendo", a través de masas de humo y proporcionando valiosa información, a los combatientes. Estos equipos pueden, incluso, transmitir esos mapas a las centrales de operaciones vía telecopiadora.

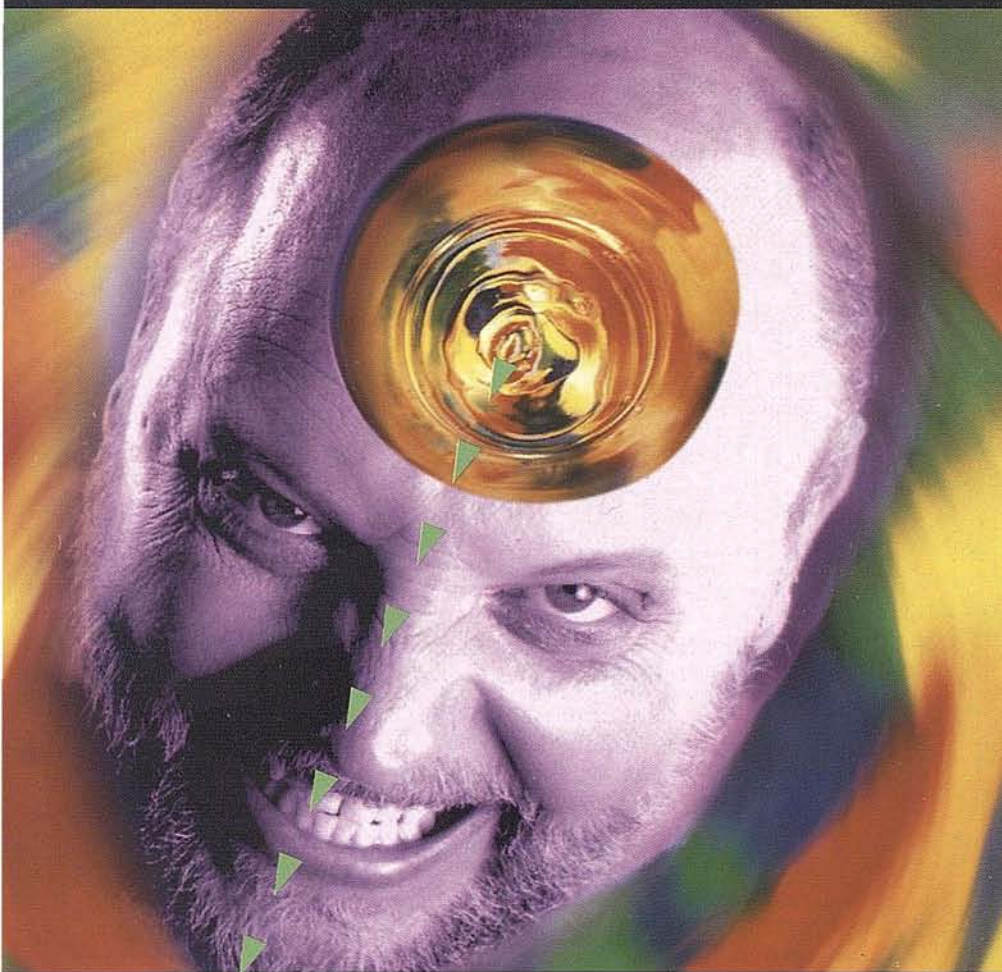
Las cámaras de televisión bajo avión o helicóptero pueden, igualmente, transmitir imágenes del desarrollo de un fuego, utilizables para organizar su extinción.

El MAPA utiliza desde hace varios años de modo sistemático pequeños aviones (aeronaves espía) con cámara de video que envían imágenes por telefonía móvil a las centrales de operaciones. Ello permite evaluar mejor las situaciones de peligro y tomar decisiones con mayor fundamento que cuando sólo se dispone de datos verbales. Con este sistema se han ahorrado cientos de horas de vuelo, al evitar falsas alarmas o peticiones exageradas de medios.

La telefonía móvil permite enviar imágenes entre dos puntos cualesquiera de España. Por microondas se puede enviar imagen en movimiento en un radio reducido, lo que es una gran ayuda para el director de extinción situado en el propio incendio.



# Por fin podrás imprimir tus planos a la misma resolución con que los proyectas.



Es realmente frustrante comprobar que lo que en tu cabeza era un brillante proyecto acabe convertido en un deslucido plano. A todos estos usuarios de CAD les va a cambiar la cara cuando conozcan la nueva serie TechJET® de CalComp. Estos Plotters de Inyección de Tinta en Color ofrecen la **máxima** resolución conocida para grandes formatos: 360 ppp precisos y ricos en matices de color. Y para imprimir tus proyectos mientras **descansas**, el TechJET® 175i incluye el Sistema de Suministro de Tinta con cartuchos de gran capacidad, lo que le permite trabajar durante toda una noche sin recargar tinta. Para que te olvides de plotear y te preocupes de proyectar.

**Para más información,  
llama a CalComp España:**

**Tel. (91) 372 99 43  
Fax (91) 372 97 20**



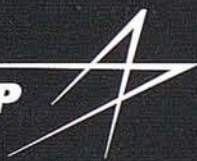
TechJET is a registered trademark of Calcomp, Inc. Plot courtesy of Lightscape Technologies, Inc. Car plot drawn using Canvas™ Deneba Software. Reynard 951 Indy car courtesy of Valvoline.

TechJET GTPS

TechJET 175i

Visítenos en ExpoCAD  
5, 6 y 7 de Marzo

**CALCOMP**  
A Lockheed Martin Company





También se están considerando los aviones no tripulados, aunque su coste los hace poco interesantes por ahora.

- Las unidades móviles de meteorología y transmisiones. Son vehículos todo terreno en los que se montan centrales de comunicaciones con repetidores para las redes de FM, AM y HF para facilitar los enlaces en el campo, especialmente en los grandes incendios. Las unidades desarrolladas por el MAPA están equipadas, además, con una estación meteorológica automática y un ordenador 386 para predecir la evolución del fuego.

Estas unidades se empiezan a equipar con receptores de imágenes por microondas para recibir las que envíen las aeronaves espía.

Las aplicaciones más recientes en el campo de las comunicaciones son las que permiten el seguimiento de móviles sobre un SIG y el envío de mensajes a esos móviles vía satélite.

El seguimiento de móviles consiste en enviar la señal GPS a través de radio a un ordenador situado en la Central de Operaciones, facilitando el control de trabajos y de tiempos en un ámbito provincial.

Por vía satélite (INMARSAT) se puede enviar a un avión en vuelo órdenes escritas para corregir falsas alarmas o modificar su objetivo, así como conocer en todo momento su posición y recorrido sobre un SIG. El MAPA está instalando este sistema en sus aviones anfibios CL-215, dado que pueden ser enviados a cualquier punto del territorio nacional.

#### 4. INFRAESTRUCTURA: EQUIPO TERRESTRE PARA EXTINCIÓN

Todos coincidimos en reconocer que el mejor equipo terrestre de extinción es una brigada compuesta por personal adiestrado, en buena forma física y con experiencia en el combate de incendios. Sin embargo, su labor se puede ver facilitada y su eficacia mejorada utilizando los medios disponibles, tales como:

- El equipo personal de protección. Las nuevas fibras no inflamables permiten emplear ropa de trabajo

que proteja suficientemente al atravesar zonas de matorral, sin estorbar los movimientos y, a la vez las quemaduras cuando caen pavesas sobre la tela. Cascos, gafas, guantes y botas componen con dicha ropa un equipo para esta actividad.

Para las situaciones de gran concentración de humos, se está proporcionando mascarillas al personal. Asimismo, se empieza a considerar la posibilidad de introducir el "refugio antifuego" (forest fire shelter), especie de tienda aluminizada que se lleva pegada en el cinturón y que ha salvado vidas en Estados Unidos y Australia al ser cercado personal por el fuego.



Fig. 4. Avión anfíbio CL-215 turbo de máxima capacidad y operatividad.

- Los vehículos todo terreno contra incendios. En España existen varias fábricas de excelentes chasis todo terreno, carrozables para incendios forestales, con cisternas de 3.000 a 2.500 litros más bombas, mangueras y material auxiliar. Los diseños más recientes poseen un alto poder de penetración en terrenos muy quebrados y permiten transportar agua donde haga falta, tanto para el combate como para la liquidación del incendio, ya que la red de caminos, por

Fig. 5. Brigada forestal de extinción realizando un ejercicio durante su programa de entrenamiento.



razones económicas o ecológicas, nunca puede ser tan densa como los trabajos de extinción podrían necesitar.

Estos vehículos, asimismo, se están equipando actualmente para el lanzamiento de espuma e, incluso, de retardantes de largo plazo para obtener mayor rendimiento del agua transportada.

- Una nueva forma de aplicación de los retardantes la constituyen los extintores de explosión, creados y desarrollados por una empresa española. Se trata de esferas de plástico llenas de agua con retardantes que se colocan cerca de la línea de fuego. Van provistas de un detonador térmico, que hace estallar la esfera, al acercarse el fuego, y dispersa su contenido apagando un área considerable.



Fig. 6. Simulación del desarrollo de dos incendios sobre mapa topográfico con modelos de combustibles, realizada por el Sistema CARDIN.

- La maquinaria pesada (bulldozer) es fundamental para la extinción, tanto para apertura de cortafuegos, como para el ataque directo. Se están desarrollando equipos que combinan el trabajo de remoción del terreno con el transporte de una cisterna de 2.000 a 3.000 l. para remate del perímetro del incendio.

Recientemente han aparecido en el mercado tanques modificados para transportar 10.000 litros de agua y lanzarlos con un cañón. Van dotados con una pala "dozer" para ir derribando el matorral y se mueven sobre orugas.

- La normalización y homologación de materiales. La concurrencia de varias Administraciones en la lucha contra los incendios obliga a la normalización de materiales para hacer posible las acciones



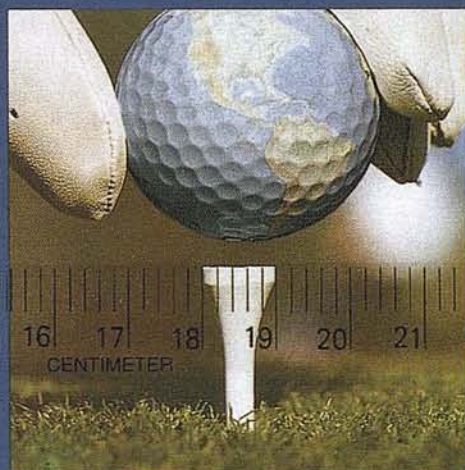


# TOPCON TURBO-SII

## RECEPTOR GPS DE DOBLE FRECUENCIA

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

NOVEDAD MUNDIAL



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

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

### ELIMINACION VIRTUAL DE LA PERDIDA DE CICLOS

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

### TURBOSURVEY: SOFTWARE FLEXIBLE Y SENCILLO DE UTILIZAR

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



**TOPCON**

GPS PRODUCTS DIVISION

BARCELONA (93)4734057 MADRID (91)5524160



conjuntas. Asimismo, la compra de esos materiales precisa la elaboración de directrices comunes y de procedimientos de homologación para obtener suministros con la calidad adecuada. La aplicación de sistemas de control de calidad con estos fines es otra de las aportaciones de la ingeniería para mejorar la eficacia de los servicios que combaten los incendios. De estas actividades se ocupa el Comité la Lucha contra Incendios Forestales, constituido por el MAPA, las CC.AA. y el MOPTMA.

## 5. INFRAESTRUCTURA: EQUIPO AÉREO PARA EXTINCIÓN

A los veintiocho años de emplearse por primera vez en España aviones contra los incendios forestales, es interesante comprobar cómo se ha extendido y diversificado la utilización de medios aéreos. Durante 1995 operaron 187 aeronaves, dando cobertura aérea a todo el territorio nacional.

Las tendencias actuales en el empleo de medios aéreos de extinción son las siguientes:

- Los aviones anfibios se han mostrado decisivos para países como España, con numerosas rías y golfos a lo largo de las costas, así como una densa red de embalses en el interior donde pueden cargar agua. Estos aviones constituyen el núcleo central y permanente del ataque aéreo contra los incendios. La gran ventaja de estos aviones es su capacidad para operar sin más infraestructura de tierra que la ordinaria proporcionada por los aeropuertos. Ello permite utilizarlos en cualquier punto y trasladarlos de una zona a otra sin más limitaciones que las de mantenimiento.

Sin embargo, la flota extendida por los países mediterráneos y Canadá se enfrenta con el problema de la remotización por obsolescencia de los motores de pistón. Por ello el MAPA ha optado en 1989, anticipándose a los demás países, por la modernización de la flota española mediante utilización de motores turbohélice, que incrementan

la potencia y velocidad de los aparatos y disminuyen sus necesidades de mantenimiento. Actualmente son trece los aviones CL-215T que operan en España, elevándose su número a catorce en 1996 y a quince en 1997.

- Los aviones pesados de carga en tierra. Estos aparatos, ampliamente utilizados en Norteamérica, empiezan a estar disponibles en Europa. Para algunas regiones, estos aviones podrían dar un servicio interesante, aunque tienen la contrapartida de precisar instalaciones de carga de agua y retardantes en bases situadas en aeropuertos, lo cual en un país con el riesgo tan extendido como España, supone una limitación muy fuerte.

El MAPA los ha utilizado en los tres últimos años debido a la fuerte sequía que ha vaciado los embalses disminuyendo la operatividad de los aviones anfibios.

Se han aprobado el DC-6, el DC-7 y el C-130, siendo este último el de mayor capacidad y maniobrabilidad.

- Los aviones ligeros de carga en tierra están dando un servicio muy interesante en todas las áreas forestales en España, ya que sus escasas exigencias de infraestructura permiten instalarlos en bases situadas en el propio monte. La capacidad de los aviones utilizables ha ido creciendo ya existen muchos aparatos disponibles con capacidad entre 1.500 y 2.500 kilos de carga de agua con retardantes.
- Los helicópteros son la aportación más reciente de la aeronáutica a la lucha contra incendios. Su elevado coste de operación no los hace adecuados para la vigilancia, pero su velocidad y capacidad de tomar tierra en sitios muy diversos los hacen insustituibles para el transporte rápido de cuadrillas y el ataque en lugares de difícil acceso por tierra, así como para las funciones de coordinación.

El lanzamiento de agua también es factible con los helicópteros, bien con helibalde, bien con depósito central llenado con bomba y manguera. Este sistema fue introducido por ICONA con

éxito en España durante la época de peligro de 1988.

Los helicópteros procedentes del Este (Sokol, KAMOV, Mi-17) por su excelente relación prestaciones/coste han permitido generalizar el uso de este medio.

- Los retardantes son una aportación de la industria química que ya se considera imprescindible para los aviones de carga en tierra. La existencia de producción española de retardantes de largo plazo hace que se posea ya una gran experiencia en su aplicación.

En 1985 se comenzó a utilizar espolmógenos con los aviones anfibios y también se emplean con los helicópteros y con los aviones de carga en tierra.

## 6. FORMACIÓN DEL PERSONAL

Este largo inventario, en el que, por supuesto, no se ha entrado en detalles, muestra la variedad de medios que la tecnología actual pone a disposición de los encargados de combatir un problema de la magnitud alcanzada por los incendios forestales.

La tecnología, en sus dos fases, desarrollo de sistemas y aplicación de los mismos, ofrece a la sociedad actual instrumentos para protegerse de algo que la amenaza.

Sin embargo todos los sistemas y equipos, por muy sofisticados que sean, no valen más que las personas que los manejan.

Por ello la aplicabilidad de las ofertas de las nuevas tecnologías no puede ser evaluada simplemente en función de las prestaciones que pueden dar, sino teniendo en cuenta además la estructura de la organización de la defensa contra incendios forestales y la formación del personal disponible.

La formación, garantizada a través de la profesionalización, es un tema básico para que la introducción de nuevos métodos y equipos sea verdaderamente efectiva y rentable.

El MAPA ha considerado esencial esta actividad, ofreciendo cada año un conjunto variado de cursos de capacitación y entrenamiento de carácter nacional e internacional.





**FOTOGRAFIA AEREA**  
**FOTOGRAFIA MULTIESPECTRAL**  
**PROSPECCIONES GEOFISICAS**

AZIMUT, S.A. AL SERVICIO DE LA TÉCNICA  
Y EL MEDIO AMBIENTE

Marqués de Urquijo, 11  
Tlfs. 541 05 00 - 541 37 08  
Fax. 542 51 12  
28008 - Madrid



# PIROMACOS: Sistema para el Control de Incendios Forestales

J.Eugenio Martínez Falero.

Director del Departamento de Economía y Gestión de las Explotaciones e Industrias Forestales. ETSI Montes. Universidad Politécnica de Madrid.

Concepción González García.

Profesora Titular de Estadística e Investigación Operativa. ETSI Montes. Universidad Politécnica de Madrid.

J.Manuel Pérez González.

Profesor Titular de Matemática Aplicada. ETSI Montes. Universidad Politécnica de Madrid.

Susana Martín Fernández.

Profesora Asociada de Estadística e Investigación Operativa. ETSI Montes. Universidad Politécnica de Madrid.

J.Ramón Peribáñez Recio.

Ingeniero de Montes.

PIROMACOS es una herramienta informática que permite planificar las tareas selvícolas y la asignación de recursos de extinción, simular el comportamiento del incendio y definir el mejor tipo de combate, tanto en situaciones aparentes, como en combate en tiempo real. Sus características facilitan, por tanto, un enfoque sistémico en la resolución de los incendios forestales.

Como aplicación informática, PIROMACOS, funciona con información tabular e información espacial referenciada en bases de datos geográficos (modelos digitales del terreno, vegetación y usos del suelo, carreteras, depósitos de agua, etc.) y permite optimizar el combate del incendio forestal y mantener el control de los medios de extinción. Para alcanzar este objetivo, PIROMACOS integra en tiempo real, los datos del avance del fuego con el posicionamiento y actuación de los recursos de extinción. Adicionalmente, puede reflejar las consecuencias de cualquier alternativa de combate definida por el usuario.

La optimización del combate se realiza mediante la aplicación de métodos bayesianos de optimización global, que definen la mejor solución promedio a partir de la expansión más probable del incendio. Esta solución se mejora al aplicar algoritmos de cálculo rápido que permiten una inmediata actualización de la solución prevista ante los cambios en el perfil del incendio y en el rendimiento de los recursos de extinción. Toda alternativa de combate se acompaña de un plan de evacuación que asegura la integridad física de los recursos de extinción mediante la aplicación de estrategias mínimas.

La aplicación incorpora la mejora del sistema de comunicaciones existente mediante la definición de un protocolo de comunicaciones y la inclusión del hardware de integración requerido. Las mejoras aportadas por PIROMACOS se concretan en permitir el conocimiento, en tiempo real, de la situación de cada uno de los recursos de extinción (brigadas, maquinaria, etc.) y en la automatización del envío y recepción de mensajes hacia y desde los recursos de extinción.

La situación de cada recurso se muestra, en forma de símbolos, sobre el mapa y fotografías estereoscópicas de la zona en las pantallas del centro de control, simultáneamente con los valores de los parámetros descriptores de la situación meteorológica y los mapas de expansión del incendio.

## 2. DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

PIROMACOS plantea el combate de los incendios forestales como el problema de encontrar la mejor forma de actuar sobre los recursos disponibles, para que las consecuencias económicas, ambientales y sociales de los incendios sean mínimas. En este apartado, se describen los algoritmos utilizados para minimizar las consecuencias de los incendios, así como el *soporte tecnológico* sobre el que se han implementado los mencionados algoritmos.

## 1 INTRODUCCIÓN

No parece necesario justificar la importancia que tienen las consecuencias de los incendios forestales en la Europa Mediterránea. Datos oficiales cuantifican las pérdidas directas en más de 100000 ptas./Ha. y, simplificaciones, como la utilización del embalse-equivalente, incrementan la cantidad anterior en más de un 250% si se incluye una parte de las pérdidas ambientales. Por poner un ejemplo, la superficie quemada en España en el trienio 1991-93 (no se incluyen las pérdidas extraordinarias del bienio 1994-95) superó las 418.566 Has., lo cual supone unas pérdidas del orden de 141.309 millones de pesetas<sup>1</sup>.

Tampoco es necesario poner de manifiesto el incremento realizado en inversiones relativas a recursos de extinción que, desgraciadamente, han crecido acompasadamente a las pérdidas ocasionadas por los incendios forestales. Una de las razones fundamentales para no haber podido modificar la tendencia al alza de los incendios forestales, consiste en haber abandonado el enfoque sistémico en la lucha contra el fuego. Esta carencia ha supuesto, en algunos casos, despreciar la importancia de las actuaciones selvícolas y, en muchos otros, no considerar las interrelaciones existentes entre los distintos factores que afectan al comportamiento del fuego. Es evidente que el comportamiento de los incendios forestales obedece a las interrelaciones que se producen entre los factores del medio físico que soportan el incendio y los factores que caracterizan los recursos de extinción: una cierta práctica selvícola, que con una estrategia de combate supone un cierto comportamiento del fuego, puede definir un comportamiento completamente diferente al aplicar otra estrategia de combate.

<sup>1</sup> Datos del ANUARIO DE ESTADÍSTICA AGRARIA, MAPA, 1993.



La primera dificultad del planteamiento anterior es su naturaleza multiobjetivo: el mejor combate debe minimizar, conjuntamente, las repercusiones del incendio sobre distintos factores económicos, ambientales y sociales. La existencia de múltiples objetivos (factores), ralentiza el proceso de optimización y dificulta la obtención de soluciones en tiempo real. Para acelerar la optimización, se ha acudido a **modelos de integración de la información**. Estos modelos permiten asignar a cada punto del territorio un único valor integrado, que representa el "mérito global" del punto analizado para no ser afectado por el incendio. De esta forma se consideran múltiples objetivos, pero la optimización progresa sobre un valor único: la suma de los "valores integrados" en los puntos de la superficie afectada por el incendio (evidentemente, cada alternativa de combate define una única superficie quemada). Los algoritmos requeridos para formular e implementar los mencionados modelos, caracterizan el primer tipo de algoritmos a aplicar.

Como se ha justificado anteriormente, la función a optimizar para minimizar el combate representa el valor global de la superficie afectada por el incendio. Por tanto, es necesario implementar **algoritmos que permitan simular el comportamiento del incendio** para predecir su evolución espacial y temporal y, de esta forma, determinar la superficie quemada. Estos algoritmos constituyen el segundo grupo de algoritmos a describir. Su aplicación, se basa en el análisis sistémico de los dos tipos de factores que definen el comportamiento del incendio: aquellos que describen el soporte físico sobre el que se propaga (topografía, clima y usos de suelo) y los que caracterizan a los recursos utilizados en su extinción (estrategias de combate, localización, abundancia, cualificación y posición de los recursos al iniciar el combate). En general, suponen la aplicación de modelos de difusión, que permiten predecir la evolución del incendio a partir del conocimiento, tanto de las leyes físicas que caracterizan su comportamiento, como de los rendimientos elementales y tipo de actuación de los recursos de extinción.

Finalmente, sobre los modelos antes definidos, se aplican los **algoritmos de optimización del combate**. Sin embargo, la aplicación directa de algunos de los procedimientos de optimización puede acarrear riesgos tecnológicos. Fundamentalmente, dichos riesgos se derivan de que la predicción del comportamiento del incendio se obtiene mediante una simulación de las condiciones naturales, que pueden cambiar durante el proceso de combate. Por otra parte, los rendimientos medios de los recursos de extinción, no necesariamente coinciden con los rendimientos reales de los recursos utilizados. Desde un punto de vista algorítmico, estos problemas se consideran en la optimización del combate al adoptar procedimientos adaptativos. No obstante, es necesario definir y programar algoritmos de evacuación, para el caso de que los recursos de combate, o cualquier otra persona, se vean rodeados por el incendio.

## 2.1. Modelos de integración de las consecuencias económicas, ecológicas y sociales del incendio en cada punto del territorio

La consideración de un único objetivo a optimizar (por ejemplo las pérdidas económicas ocasionadas por el incendio) supone, en muchos casos, un alejamiento de la solución óptima. Con objeto de compaginar la necesidad de una optimización multiobjetivo con la rapidez en el cálculo de esta solución se ha acudido a técnicas de toma de decisiones multicriterio, análogas a las utilizadas en los estudios del medio físico. La aplicación de estas técnicas, concretamente de los métodos de escalarización, facilita la construcción de un mapa de costes integrados (económicos, ecológicos y sociales), que reflejan, en cada punto del territorio, el coste que se produciría en el caso de que se quemase ese punto.

La construcción del valor integrado comienza con una estructuración jerárquica de los objetivos a considerar, como la que aparece en la Figura 1. Cada paso de la estructuración anterior, supone una unidad de decisión y, cada unidad de decisión, transforma, para cada punto del territorio, un vector de múltiples componentes en un único número. Por ejemplo, el cálculo del mapa del impacto ambiental requiere la transformación de distintas vulnerabilidades y fragilidades del territorio (riesgo de erosión, de contaminación de acuíferos, fragilidad de la vegetación, etc.) en un único número, que ha de reflejar el impacto ecológico que se produciría en el caso de que se quemara el punto analizado. La integración se realiza aplicando diferentes modelos de escalarización (Martínez Falero et al, 1995), cuya selección depende de la relación entre los objetivos a integrar y del sistema de preferencias existentes.

Cuando el resultado del proceso de escalarización es medible (por ejemplo, el cálculo de erosión a partir de precipitación, suelo, cubierta vegetal, pendiente y prácticas de cultivo) entonces los modelos de escalarización aplicables son los **modelos analíticos** convencionales (regresión, modelo logístico, kriging, filtros espectrales, etc). Estos modelos asignan un único valor a cada punto, a partir de múltiples valores asignados al punto, o a un sistema de puntos vecinos. Si el resultado de la integración no es medible (impacto ecológico o valor global integrado de conservación) solo es posible progresar en la integración a partir de la existencia de un decisor, o un experto, con un sistema de preferencias, que el valor integrado debe respetar. En este caso, si el sistema de preferencias es completo (se puede establecer con certeza la preferencia entre todo par de puntos del territorio), entonces es posible definir un conjunto contable de clases de indiferencia y, por tanto, construir una **función de valor** que respete el sistema de preferencias definido. Un sistema de preferencias no completo, pero que permita definir un riesgo en la preferencia de conservar un punto del territorio sobre cualquier otro, admite la aplicación de **técnicas blandas** de integración. Finalmente, un sistema de preferencias que no sea completo, ni admita la determinación del riesgo en el sistema de preferencias, requiere acudir a **métodos directos** de integración. En general, la elección del método específico de escalarización responde al siguiente esquema.

- ¿Son medibles los resultados de la integración de la información? Si/No
- Si --> Aplicar técnicas analíticas convencionales.
- No --> Ir al siguiente paso.
- ¿Son los objetivos a integrar Mutua y Preferencialmente Independientes? Si/No
- Si --> Construir una función de valor aditiva.

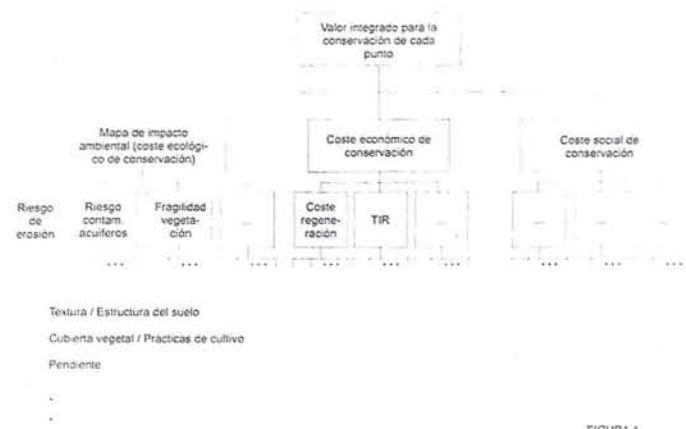


FIGURA 1



No --> Ir al siguiente paso.

¿Son los objetivos a integrar Debilmente Independientes en las diferencias?

Si/No

Si --> Construir una función de valor multiplicativa.

No --> Ir al siguiente paso.

¿Es el número de objetivos a integrar mayor o igual a cuatro y sus rangos de valores, en la zona de estudio, son susceptibles de transformación a una distribución uniforme?

Si/No

Si --> Asignar, como valor integrado, la superficie de puntos superclasificados por cada uno de los puntos analizados, al aplicar el método ELECTRE para comparar cada punto, con el resto de puntos de la zona de estudio.

No --> Ir al siguiente paso.

Aplicar métodos directos de integración de la información:

- Si el número de objetivos es igual a dos: aplicar el método de las tasas sucedáneas de intercambio.
- Si es superior a dos: aplicar descomposiciones matriciales.

## 2.2. Modelos para simular el comportamiento del fuego

Bajo este título se engloban los algoritmos utilizados para determinar los desplazamientos espaciales y temporales (del incendio y de los recursos de extinción), a partir de leyes que definen sus desplazamientos elementales. Conceptualmente, ambos problemas son idénticos, ya que la expansión del incendio se obtiene por la propagación del mismo desde cada una de las posibles superficies elementales, a las superficies elementales vecinas alcanzadas en un menor tiempo. Cualquier modificación de la ley de propagación, como la que ocurre por el hecho de haber transcurrido un cierto tiempo desde el inicio del incendio, se puede incorporar a las leyes que definen los desplazamientos elementales. Incluso, si se considera la existencia de fuego de copas, con una ley de propagación aleatoria, la expansión del incendio se realiza hacia las superficies elementales vecinas con mayor probabilidad de propagación. En este caso, sería necesario incorporar como superficies vecinas, a aquellas que, aunque no fueran conexas a las analizadas, tuvieran una cierta probabilidad de propagación.

Desde un punto de vista operativo, estos problemas se resuelven a partir de la construcción de un "grafo asociado" al mapa de velocidades relativas del incendio, o de los recursos de extinción, en cada pixel del territorio (superficies elementales). Los nodos de este grafo son los centros de cada pixel y sus vértices son los ejes que unen cada par de nodos vecinos. La longitud de estos vértices no es la mera distancia geográfica entre cada par de nodos vecinos, se calcula como suma de los productos de la longitud recorrida en cada pixel por la velocidad relativa en ese pixel.

Sobre el grafo asociado, se aplican algoritmos para cálculo del "árbol mínimamente expandido" a partir del foco del incendio, o de la posición inicial de los recursos de extinción (Martínez Falero, 1984; Newkirk, 1979). Estos algoritmos permiten determinar el

mínimo tiempo de llegada desde el vértice asociado con el foco del incendio, o con la posición inicial de los recursos de extinción, a cualquier otro vértice del grafo de partida. El tiempo de CPU requerido para el cálculo del árbol mínimamente expandido es proporcional a una potencia del número de vértices analizados. Con objeto de acelerar el tiempo de respuesta, PIROMACOS incorpora algoritmos basados en las técnicas de elementos finitos, que permiten procesar independientemente subconjuntos de vértices conexas y reprocesar automáticamente el árbol obtenido en los subconjuntos cuyas fronteras muestren discrepancias respecto al tiempo de llegada.

Dada la relación entre vértices y píxeles del territorio, el árbol obtenido se puede representar por un mapa temático, que muestre el tiempo de llegada del fenómeno estudiado a todo pixel del territorio. El cálculo de la ruta óptima que une el pixel origen del recurso analizado, con cualquier otro punto del territorio (ruta crítica), se obtiene como la línea de máxima pendiente, sobre el mapa de tiempos de llegada, entre el punto destino del recurso y su origen.

### 2.2.1. Modelos de comportamiento del incendio

Como modelo adoptado para el cálculo de la expansión del fuego se ha adoptado el programa CARDIN<sup>2</sup> (Caballero et al, 1994), con modificaciones estructurales que aceleran la presentación de resultados. Concretamente, se utilizan técnicas basadas en elementos finitos, en lugar de los modelos de difusión que utiliza CARDIN en su versión original.

#### i) Justificación de la utilización de CARDIN

La justificación de la elección de este algoritmo se debe a que CARDIN implica la aplicación unitaria de BEHAVE a cada uno de los píxeles del territorio (PIROMACOS permite la aplicación a píxeles de hasta 15 x 15 m<sup>2</sup>, lo que justifica su utilización en usos de suelo europeos). Por otra parte, el programa BEHAVE es el más utilizado para predecir la expansión del incendio y sus modelos de combustible se han adaptado a todo tipo de condiciones ambientales locales (Hernando y Elvira, 1989; Valette et al, 1979; Wilgen 1984, etc). Finalmente, los problemas analíticos que conlleva la aplicación de CARDIN han sido formalmente resueltos, y aunque los primeros resultados estadísticos de la aplicación de BEHAVE (en unidades homogéneas de pequeño tamaño) indiquen que no pueden ser directamente aplicados, la discrepancia entre el modelo y la realidad mantiene una determinada proporcionalidad (Dupuy, 1991 y 1992). En cualquier caso, la instrumentalización de los algoritmos de expansión utilizados, permite la introducción de nuevos desarrollos conceptuales referentes a la expansión del incendio (Catchpole, 1985, Catchpole et al, 1989, Richards, 1995, etc.).

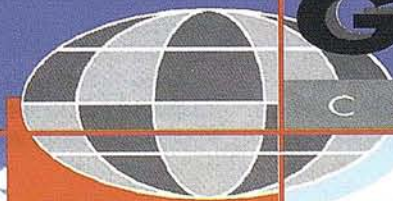
La validación de CARDIN por su aplicación a un incendio real (Alcaide y Martínez Millán, 1994) presenta resultados satisfactorios en predicciones a corto plazo. Sin embargo, PIROMACOS puede trabajar con menores exactitudes a las mostradas en esta verificación, solamente requiere la utilización de resultados proporcionales a la realidad, y siempre en cortos períodos de tiempo. Esto es debido a que tras incorporar una nueva posición del incendio y de los recursos de extinción, observadas en tiempo real, la optimización del combate se adapta a la nueva información..

#### ii) Modelización de la expansión

Las simplificaciones estructurales realizadas en CARDIN se justifican, a continuación, desde un punto de vista algorítmico. La necesidad de obtener soluciones en tiempo real impone una simplificación en los modelos de expansión del incendio consistente en la



# CARTOGRAFIA



**GEOMAP**

CARTOGRAFIA



formulación de modelos primarios. Así, se acopla una ecuación general del calor, con un sistema de ecuaciones, uno para cada pixel del territorio. En estas condiciones, la ecuación más simplificada del calor, que recoge los fenómenos de transmisión, convección y radiación (ecuación no lineal), es del tipo:

$$a(u, \bar{x}, t) \frac{\partial u(\bar{x}, t)}{\partial t} + v(\bar{x}, t) \nabla u(\bar{x}, t) - \nabla k(u, \bar{x}, t) \nabla u(\bar{x}, t) + q(u, \bar{x}, t) u^\alpha(\bar{x}, t) = f(u, \bar{x}, t)$$

Expresión que, conocidas unas condiciones iniciales y de contorno, se puede resolver numéricamente por técnicas de elementos o volúmenes finitos (Oñate y Zienkiewicz, 1991 y Conde y Pérez, 1995). Mediante una discretización espacial y la aplicación de las fórmulas de Green, da lugar a la ecuación tipo, asociada a cada elemento o volumen de control  $j$ , siendo  $i$  el índice del nodo o punto de cálculo de la solución aproximada:

$$M_{ji} \cdot \bar{u}_i + C_{ji} \cdot \bar{u}_j + K_{ji} \cdot \bar{u}_j + P_{ji} \cdot \bar{u}_j + F_j = 0$$

con:

$$\begin{aligned} M_{ji} &= \int_{\Omega_j} W_j \cdot A_{ji} \cdot N_i \cdot d\Omega \\ C_{ji} &= - \int_{\Omega_j} [\nabla W_j]^t \cdot v_{ji} \cdot N_i \cdot d\Omega + \oint_{\Gamma_j} W_j \cdot v_{ji} \cdot N_i \cdot n_{ji} \cdot d\Gamma \\ K_{ji} &= \int_{\Omega_j} [\nabla W_j]^t \cdot k_{ji} \cdot \nabla N_i \cdot d\Omega - \oint_{\Gamma_j} W_j \cdot \frac{\partial N_i}{\partial n} \cdot k_{ji} \cdot d\Gamma \\ P_{ji} &= \int_{\Omega_j} W_j \cdot Q_{ji} \cdot u^\alpha \cdot d\Omega \\ F_j &= \int_{\Omega_j} W_j \cdot f_j \cdot d\Omega \end{aligned}$$

y un  $\theta$ -esquema de discretización temporal, combinado con técnicas de integración tipo punto medio, Simpson, trapecio, etc., permite reducir su expresión a la única ecuación matricial:

$$K \cdot \bar{U} = \bar{F}$$

Además, debería acoplarse con  $N$  sistemas, uno para cada elemento o volumen de la discretización, representativos del proceso de combustión de la materia almacenada, donde se recogerían también los procesos de evaporación. La entrada en funcionamiento efectivo, para cada uno de los subsistemas, estaría ligada al umbral de temperatura que depende de las condiciones locales. El resultado esperado de este tipo de explotación es el conocimiento del "status" de cada nodo a lo largo del tiempo (temperatura, humedad, cantidad de combustible quemado y no quemado, etc)

### iii) Descripción del modelo utilizado

BEHAVE clasifica el territorio en trece usos de suelo caracterizados, a su vez, por parámetros tales como:

- Cantidad de combustible por unidad de superficie en: materia viva y materia que intercambia su contenido de humedad en 1 hora; en 10 horas y en 100 horas.
- Ratio superficie/volumen, o superficie específica, como medida de reactividad del combustible.
- Profundidad del lecho de combustible.
- Densidad de las partículas de combustible.
- Capacidad calorífica del combustible.
- Humedad de extinción.

A partir de esta caracterización, se definen parámetros de cálculo tales como:

- $\rho_j$  la intensidad de combustión, cantidad de energía liberada en el frente de fuego por unidad de superficie y de tiempo ( $Q/L^2 T$ ).
- $\alpha_{jk}$  coeficiente adimensional, que representa la relación entre la energía que se transmite a la parcela colindante en la dirección  $k$  en relación a la energía liberada.
- $k_j$  la energía de ignición, cantidad de energía requerida para la puesta en ignición de la materia combustible por unidad de volumen ( $Q/L^3$ ).

Conceptualmente, el coeficiente  $\rho_j \cdot \xi_j / \kappa_j$ , ( $L/T$ ), es una medida de la transmisividad del fuego (mayor o menor facilidad de avance). No se trata de una verdadera velocidad, sino de una magnitud proporcional a esta, cuya constante de proporcionalidad,  $c$ , debe determinarse mediante el calibrado del modelo. El modelo se completa con unos correctores direccionales para tener en cuenta la topografía,  $\sigma_{s_{jk}}$ , y el viento efectivo,  $\sigma_{w_{jk}}$ , de forma que  $\rho_j \cdot \xi_j \cdot (1 + \sigma_{s_{jk}} + \sigma_{w_{jk}}) / \kappa_j$ , ( $L/T$ ), es una medida de la transmisividad direccional del fuego.

Por tanto, la ecuación base del modelo de expansión del fuego, en la dirección  $k$ , a partir del nodo  $j$ , se puede expresar como:

$$\left( \frac{dx}{dt} \right)_{jk} = \frac{\rho_j \cdot \xi_j}{\kappa_j} (1 + \sigma_{s_j} + \sigma_{w_j})$$

y como algoritmo básico se puede adoptar:

$$(\Delta x)_{jk} = \frac{\rho_j \cdot \xi_j}{\kappa_j} (1 + \sigma_{s_{jk}} + \sigma_{w_{jk}}) \cdot \Delta t$$

Cuando el algoritmo básico se aplica a más de un foco, o a un frente de puntos, el frente final vendrá dado por la envolvente de los frentes aportados por la aplicación del algoritmo a cada uno de los puntos previos. PIROMACOS utiliza multiproceso, trabajando en paralelo sobre franjas de anchura variable (en función del número de direcciones vecinas adoptadas - $k$ -) y con realimentación para corregir eventuales desajustes en las fronteras.

### 2.2.2. Cálculo de la superficie quemada para cualquier asignación inicial de recursos de extinción

Los algoritmos de simulación permiten predecir la superficie afectada por un incendio a partir de: la localización espacial en que cada retén inicia el combate, el conocimiento de los rendimientos medios de los distintos recursos de extinción y el mapa de expansión del fuego. Basta determinar, en primer lugar, la ruta crítica entre la base de operaciones de todo recurso y el punto que se le ha asignado como inicio de combate y, a continuación, obtener las trayectorias de extinción que unen cada par de asignaciones iniciales vecinas. Este último objetivo requiere de otras dos etapas: ordenar las localizaciones iniciales asignadas a los recursos de extinción y calcular, posteriormente, las trayectorias de extinción entre ellas.

Las trayectorias que siguen los recursos de extinción, al combatir el incendio, dependen del tipo de combate que se realice en el punto asignado a cada recurso como comienzo del combate. En general, se pueden distinguir dos tipos de combate: ataque directo (los recursos de extinción se sitúan en el perímetro del incendio y lo combaten directamente; normalmente, este tipo de combate no se puede efectuar en el frente de máximo avance del fuego) y ataque indirecto (los recursos de extinción construyen un cortafuegos, en lugar especificado, que el incendio no puede atravesar). La selección del tipo de combate se realiza automáticamente, en función de las velocidades



relativas de expansión del incendio y los recursos de extinción y de la intensidad de la radiación emitida en ese punto.

Cuando un punto de inicio de combate admite ataque directo, solo existe una trayectoria posible de extinción: los retenes combaten siguiendo el perímetro del avance del fuego (ver Figura 3). Incluso la utilización de recursos con depósitos de agua, que exige su recarga periódica, es unívoca una vez definido el punto de inicio de combate. En este caso, una vez vaciados los depósitos de agua, los recursos de extinción se desplazan por caminos críticos al punto de agua más próximo. Una vez recargado el depósito retornan al combate, también sobre rutas críticas: bien al punto donde habían abandonado el combate, o bien al punto más próximo a este que la propagación del fuego les permita alcanzar. Los cambios de asignación, una vez realizada la recarga de agua, se contemplan en sucesivas adaptaciones de los algoritmos de optimización.

Cuando se realiza el ataque indirecto, la localización del cortafuegos no es única, depende de la localización de los recursos situados en su proximidad con los que debe enlazarse. Su construcción se realiza a partir de un mapa que muestra el tiempo de construcción del cortafuegos, desde el punto de inicio de ataque a cualquier otro punto del territorio y siempre que este tiempo sea menor que el de llegada del fuego (ver Figura 4). Este mapa se construye aplicando los algoritmos descritos en esta sección. El punto de contacto con retenes que parten de puntos vecinos se realiza superponiendo el mapa de tiempos con la trayectoria de los otros retenes (caso de ataque directo en los vecinos) o con el mapa de tiempos vecinos (caso de ataque indirecto de los vecinos). La trayectoria que define la localización del cortafuego será la curva de máxima pendiente (sobre el mapa de tiempos de construcción de cortafuegos), entre el punto de intersección y el punto de comienzo del ataque indirecto.

### 2.2.3. Algoritmos de evacuación

Conceptualmente, los algoritmos de evacuación forman parte de los algoritmos de optimización. Sin embargo, los modelos utilizados para formular los planes de evacuación se basan en modelos de difusión, como los utilizados para el cálculo de rutas críticas. Por este motivo, se describen en este apartado.

Como se mencionó anteriormente, la rapidez de cálculo del algoritmo de optimización debe permitir una puntual adaptación del combate, tanto a las condiciones reales de expansión del incendio, como a los rendimientos de los recursos de combate. Sin embargo, no se puede aceptar que la solución prevista coincida con la real en instantes temporalmente alejados de la actualización. Con objeto de disminuir los riesgos tecnológicos que conlleva este enfoque es necesario incluir un plan de evacuaciones. Dicho plan debe asegurar la integridad física de los recursos de combate, o de cualquier otro grupo de personas potencialmente afectado.

La filosofía para el diseño de este plan es necesariamente distinta a la aplicada para minimizar el coste de lo quemado. Desde el punto de vista de la seguridad no son aplicables métodos bayesianos, que proporcionan la mejor solución promedio, sino métodos minimax que ponen a resguardo de la peor de las soluciones posibles. En este sentido, se ha definido un plan de evacuación, basado en los algoritmos rápidos del camino crítico descritos en esta sección, que establecen la trayectoria de evacuación de los recursos de combate, caso de que se vieran rodeados por la expansión del incendio.

## 2.3. ALGORITMOS PARA OPTIMIZAR EL COMBATE

La optimización del combate supone definir la mejor localización y actuación de los recursos de extinción durante todo el combate. La optimización se basa en previsiones sobre el comportamiento

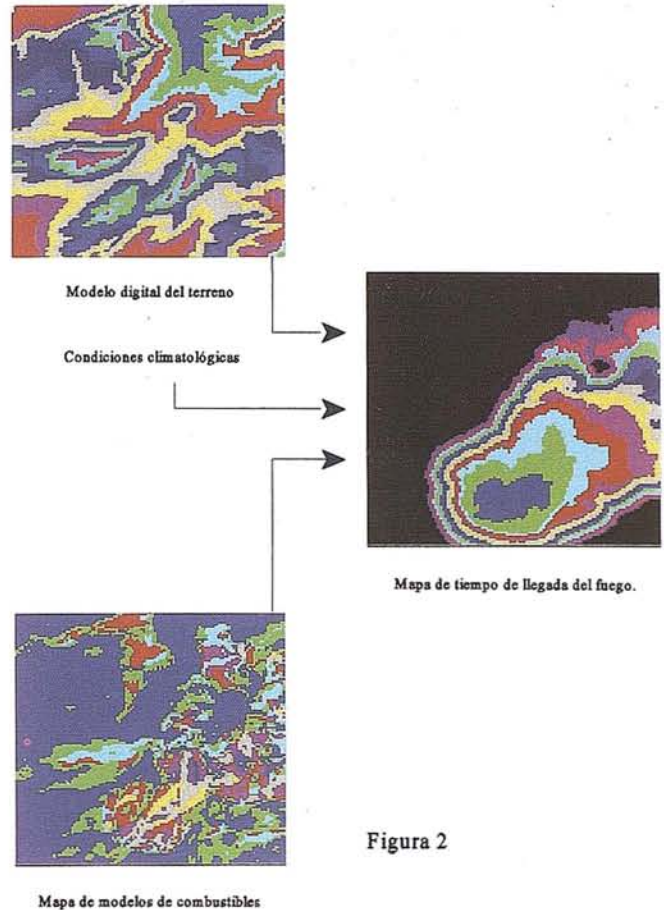


Figura 2

futuro del incendio y sobre los rendimientos de los recursos de extinción, que no tienen por qué coincidir completamente con los comportamientos reales. Por este motivo, es necesario acudir a modelos adaptativos que reactualicen la previsión inicial de combate en función de datos observados en la realidad. Una formulación general de los modelos adaptativos podría ser la siguiente:

$$\theta_n = \theta_{n-1} + \gamma_n H(\theta_{n-1}, X_n) + \gamma_n^2 \varepsilon_n(\theta_{n-1}, X_n)$$

donde la operación (+) identifica a cualquier operación invertible y:

$(\theta_n)_{n \geq 0}$  es una secuencia de vectores cuyos valores se reactualizan recursivamente y, en este caso, representan las posiciones de los distintos recursos de combate en el período  $n$ .

$(X_n)_{n \geq 1}$  es una secuencia de vectores aleatorios que representan las observaciones en tiempo real del sistema en forma de vector de estados (posición observada del fuego y de los recursos de combate en el instante inicial del período  $n$ ).

$(\gamma_n)_{n \geq 1}$  es una secuencia de "pequeñas" ganancias escalares.

$H(\theta, X)$  es la función que define cómo se reactualizan los parámetros  $\theta$  a partir de las nuevas observaciones  $X$ , y

$\varepsilon_n(\theta, X)$  define las "pequeñas" perturbaciones del algoritmo.

Un somero análisis de esta formulación pone de manifiesto las dificultades inherentes para su aplicación al modelo considerado: por una parte, la dimensión de los vectores  $\theta$  y  $X$  es muy grande (durante el período de actualización  $n$ ,  $\theta$  ha de reflejar la posición espacial de las  $M$  unidades de combate en todos los instantes del período  $n$ , y  $X$ , además de la posición observada de las  $M$  unidades, debe reflejar la



posición del incendio); por otra parte, no es posible encontrar una expresión analítica que se ajuste suficientemente bien al comportamiento de la función  $H(\theta, X)$ .

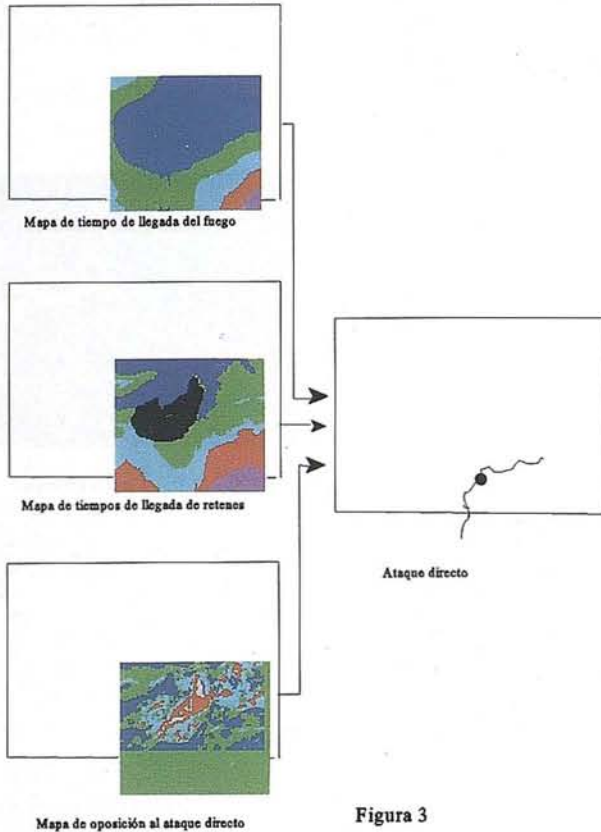


Figura 3

Es posible reducir la dimensión de  $\theta$  cuando la duración del período de actualización sea suficientemente pequeña y, previsiblemente, no se esperen modificaciones substanciales entre las predicciones y los datos reales. En este caso  $\theta$  se puede reducir a la posición de los recursos al iniciar el combate en el período  $n$ , pues el conocimiento de los rendimientos medios de cada unidad de combate en su tarea asignada, proporciona información suficiente para predecir la secuencia de combate. En cualquier caso, si existieran diferencias significativas, se reactualizaría la posición de los recursos de extinción en el siguiente período de la adaptación. Sin embargo, la dificultad de no encontrar una expresión analítica para la función  $H(\theta, X)$  y la gran dimensión de la variable  $X$ , aconsejan la búsqueda de procedimientos directos de optimización de una función, que represente la superficie afectada, o el valor de la misma, a partir de variables que identifiquen la secuencia de operaciones en el combate. Esta función la representaremos por  $f(x)$ , donde la variable de decisión ( $x$ ) identifica las coordenadas topográficas de cada uno de los  $M$  recursos disponibles en el momento en que cada unidad de actuación inicia el combate del incendio. Al finalizar cada período, se contrastan los datos obtenidos con los reales y, caso de existir diferencias significativas, se procede a una nueva optimización.

### 2.3.1. Elección de los algoritmos de combate

Como alternativas de optimización, se han analizado distintos procedimientos (métodos bayesianos, *tabu search*, algoritmos genéticos, redes neuronales, sistemas expertos, multiplicadores generalizados, etc.) y se ha acudido a soluciones adaptativas bayesianas, acordes con la información disponible (datos promedios), que además aseguran alcanzar un óptimo de características conocidas. Para aumentar la velocidad de cálculo (se requiere conseguir una reali-

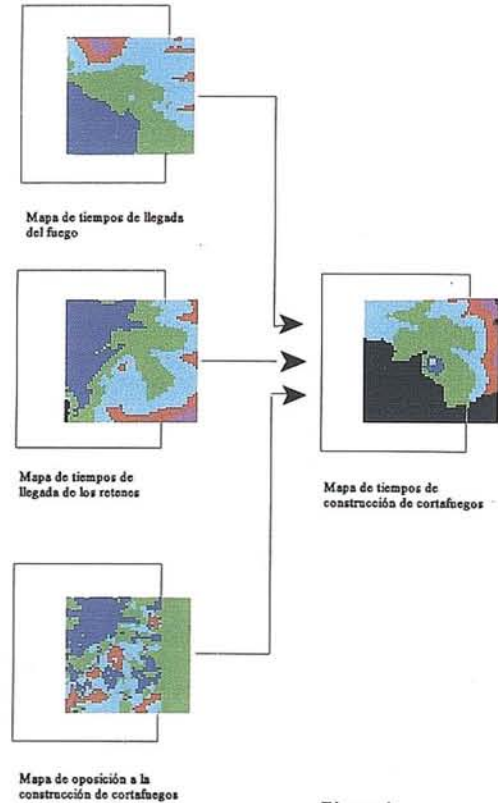


Figura 4

mentación del modelo en períodos de pocos minutos) se aceptan simplificaciones consistentes, como: la sustitución de la condición de consistencia de Kolmogorov, por las de continuidad de las funciones muestrales, homogeneidad de la función de partida e independencia en la derivadas parciales (simplificación de Mockus, 1989), y la implementación del Modelo Condicional Iterativo en lugar del *simulated annealing* original. (ver apartado 2.3.2)

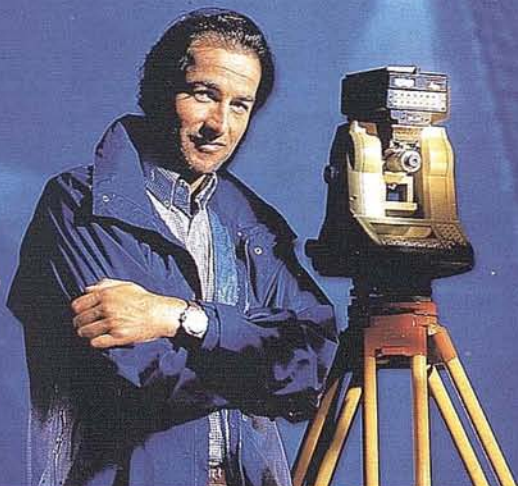
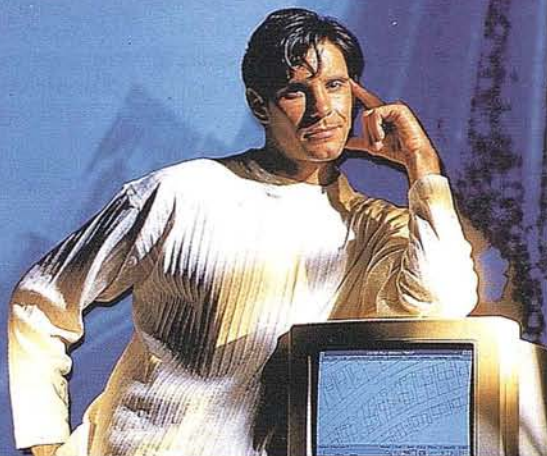
Esta elección, también se justifica al analizar los procedimientos existentes. Una revisión bibliográfica pone de manifiesto la existencia de dos tipos de modelos: los basados en la optimización directa de funciones continuas, que se ajustan a la expansión del incendio y al trabajo de los recursos de extinción (Kurbatskii y Tsvetko, 1976; Martell, 1971; Gerasimov y Dorrer, 1988; etc.) y los basados en la aplicación de sistemas expertos (Wybo, 1992). Sin embargo, la naturaleza caótica del comportamiento del fuego y de los recursos de extinción impide la utilización de sistemas basados en la optimización directa de funciones continuas. Por otra parte, la aplicación de sistemas expertos proporciona resultados que no consideran la comparación de diferentes alternativas de combate, por tanto, no pueden asegurar la no existencia de alternativas de combate mejores a la propuesta. Por estos motivos, en la actualidad se aconseja la utilización de modelos de simulación (Gilles, 1991). Los procedimientos aplicados en PIROMACOS combinan la flexibilidad de la simulación con la rapidez de cálculo de la solución óptima.

### 2.3.2. Descripción de los algoritmos de optimización

Como se ha justificado anteriormente, se utilizan métodos bayesianos para optimizar  $f(x, w)$ , una función continua en  $x$  (coordenadas topográficas de los  $M$  recursos disponibles al iniciar el combate;  $x \in A \subset \mathbb{R}^{2 \times M}$ ,  $\mathbb{R}$  conjunto de números reales) y medible en  $w$  ( $w \in \Omega$ ,  $\Omega$  conjunto de todas las funciones continuas), que representa el valor de la superficie quemada cuando se inicia el combate en  $x$ . Los procedimientos bayesianos, utilizan la información proporcionada por un conjunto de observaciones  $(x_i, y_i) [i=1, \dots, n \wedge y_i = f(x_i)]$ , para



# TPS-System 1000 – medición completa



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

– **Por supuesto** –

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

¿Debe ser motorizado el teodolito?

– **Eso estaría bien** –

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

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



GEO 55-94

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

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

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

**BILBAO**  
Teléf./Fax (94) 427 65 85

# Leica



definir una regla de decisión  $(\delta(z) : \delta(z) = x_{n+1}, z = [(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)])$ , que permita obtener una nueva realización muestral  $(x_{n+1})$  más próxima al valor óptimo. La regla de decisión se construye de forma que se minimice el riesgo de la decisión,  $R_0(\delta)$ :

$$R_0(\delta) = \int_{w \in \Omega} f[x_{n+1}(\delta), w] P(dw) - \int_{w \in \Omega, x \in A} \min f[x, w] P(dw)$$

El segundo término de la expresión anterior es constante; por tanto, la minimización del riesgo supone minimizar el primer término, que representaremos por  $k(x)$ .

El modelo adaptativo de Mockus permite sustituir la condición de consistencia de Kolmogorov por las condiciones de continuidad de las funciones muestrales, homogeneidad de la distribución  $P$  y la independencia de las derivadas parciales. Bajo estas hipótesis,  $P$  sigue una distribución normal con media constante ( $\mu$ ) y matriz de covarianza ( $C$ ), que solo depende de la separación entre valores muestrales. En estas condiciones:  $k(x) = \sigma^2 / (\mu - C)$  y la función a optimizar se puede sustituir por un conjunto de funciones con soporte en intervalos conexos de los valores muestrales:  $f(x) = f_i(x) \ (\forall x \in A_i)$ , siempre que:

$$\bigcup_{i=1}^n A_i = A \ \wedge \ A_i \cap A_j = \emptyset \ (\forall i \neq j \ \wedge \ i=1, \dots, n)$$

Si  $f(x)$  es una función estocástica gaussiana, entonces  $\mu_x^i$  será el valor observado ( $\mu_x^i = y_i \in A_i$ ) y la varianza será función ( $g$ ) de la distancia entre cualquier  $x$  y la realización muestral observada en su intervalo. Por tanto  $k_i(x) = \sigma_x^i / (\mu_x^i - C)$ , donde  $\sigma_x^i = \sigma_0^2 g(\|x - x_i\|)$  y  $\mu_x^i = y_i$ .

A partir de los resultados anteriores, se puede deducir:

$$x_{n+1} \in \arg \min_{x \in A} \min_{1 \leq i \leq n} \sigma_x^i / (\mu_x^i - C)$$

solamente restringido a las condiciones de continuidad de las funciones  $R_i(x)$ :  $A_i = \{x : k_i(x) \leq k_j(x), \forall j\}$

La simplificación de Mockus, reduce la búsqueda de la siguiente solución  $(x_{n+1})$  a la frontera de los intervalos conexos  $A_i$ . Por tanto, para alcanzar la mayor eficiencia es necesario reducir los datos multidimensionales ( $x$ =coordenadas de los  $M$  recursos de extinción a comienzo del combate) a una variable unidimensional, que pase a ser la nueva variable de decisión ( $T(x) \in \mathbb{R}^1$ ).

La Figura 5, muestra el mínimo de una función, obtenido por el procedimiento de Mockus, después de de 9 iteraciones (Fig.5-a) y 18 iteraciones (Fig. 5-b). La expresión de la función es una combinación estocástica de diferentes funciones, que no se ha utilizado en el cálculo del valor mínimo.

Con objeto de utilizar una variable unidimensional, se ha adoptado una nueva variable de decisión, que representa la superficie quemada que se produciría ante un combate simplificado y rápido de calcular, basado en las siguientes suposiciones:

- Se reducen los posibles puntos de inicio de combate a un número finito de  $N=200$  radios que parten del foco del incendio.
- En cada uno de los radios seleccionados, se simulan las actuaciones de cada uno de los recursos de combate sobre diferentes puntos del radio. Se supone que el combate se efectúa sobre el perímetro de una elipse equivalente a la superficie quemada cuando el fuego llega al punto analizado.
- El combate de un recurso ( $c$ ), que comienza en el radio  $R_a$ , a una distancia  $d$  del foco, se prolonga un número  $n$  de radios (en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario) mientras que:

$$t_c(d, R_a) + \sum_{R=R_a+1}^{R_a+n} \frac{D_d(R, R-1)}{V_c(R, R-1)} \leq t_r(R_a + n)$$

donde:  $t_c(d, R)$  es el tiempo de llegada del recurso considerado al punto considerado del radio analizado.

$D_d(R, R-1)$  es la distancia, sobre el perímetro de la elipse equivalente a una distancia  $d$  del foco, entre el radio  $R$  y el anterior.

$V_c(R, R-1)$  es la velocidad de combate, medida sobre el perímetro de la elipse equivalente a una distancia  $d$  del foco, del recurso  $c$  entre el radio  $R$  y el anterior, y

$t_r(R)$  es el tiempo que tarda en llegar el fuego al punto de la elipse definido por el radio  $R$ .

- Se supone que el combate realizado sobre el perímetro de la elipse impide que el incendio se propague en alcances de radios superiores al analizado.

La Figura 6 representa la SQS, correspondiente a una asignación de recursos previamente especificada, que se caracteriza por los valores numéricos de la esquina superior derecha de la figura: la primera columna de números identifica los recursos asignados al combate (se asignan 12 recursos de extinción, caracterizados, cada uno de ellos por un número); la segunda columna representa el radio en que cada uno de los recursos anteriores inicia el combate (para simplificar la presentación se han elegido 100 radios, en lugar de 200, con valores crecientes en sentido contrario a las agujas del reloj y comenzando la numeración en el radio que enfoca al Este); la tercera columna muestra la distancia al foco en que cada recurso inicia el combate, para el radio definido en la columna anterior; la cuarta columna define el número de radios, sobre el perímetro de la elipse equivalente, en los que se prolonga el combate y, la quinta columna, identifica (1 ó 2) si el combate se realiza en sentido de las agujas del reloj, o en sentido contrario. La línea de trazo continuo muestra el perímetro del incendio, al cabo de 700 minutos, si no existiera intervención exterior y, los radios muestran la superficie quemada en caso de realizar el combate simplificado. El número inferior indica el porcentaje de superficie, que ha dejado de quemarse, por el hecho de efectuar el anterior combate simplificado.

El combate simplificado, permite la rápida obtención de la SQS correspondiente a una asignación de recursos ( $x$ ). Sin embargo, con la simplificación anterior no se dispone de una expresión analítica para la transformación  $T(x)$  y, por tanto, no es posible obtener directamente la asignación inicial de recursos de extinción ( $x$ ) que producen un valor de Superficie Quemada Simplificada (SQS) previamente especificado. Afortunadamente, la disminución del posible número de puntos de inicio de combate a los radios de las elipses equivalentes, permite enfocar esta cuestión como un problema de optimización combinatoria. Este problema consiste en encontrar una asignación de los  $M$  recursos disponibles a los radios de las elipses, de forma que la SQS obtenida con esa asignación sea lo más próxima posible a la especificada previamente.

Como método de optimización combinatoria, se ha elegido el Modelo Condicional Iterativo (Besag, 1986), una variante de *simulated annealing* (Geman y Geman, 1984, Cerny, 1982, Kirpatrick et al, 1982, etc) consistente en actualizar sincronizadamente los cambios de estado. Para la aplicación se ha adoptado la siguiente formulación de la función de energía:

$$U[X_i = s, \lambda(\xi_j) = x_{n-1}] = |T_k - T[X_i = s, \lambda(\xi_j) = x_{n-1}]|$$

donde:  $X_i$  es la variable aleatoria que representa la localización de recursos en el radio  $i$ . Esta variable tomará los siguientes valores:

- 0: ningún recurso en el radio  $i$



- 1: recurso número 1, en el radio  $i$ , combatiendo en el sentido de las agujas del reloj.
- 2: recurso número 1, en el radio  $i$ , combatiendo en sentido contrario a las agujas del reloj.
- M+1: recursos 1 y 2, en el radio  $i$ , ambos combatiendo en el sentido de las agujas del reloj.
- M+2: id. pero el 1 combatiendo en sentido agujas del reloj y 2 en sentido contrario.
- M+3: id. pero el 1 combatiendo en sentido contrario a agujas reloj y 2 en sentido reloj.
- M+4: id. pero ambos combatiendo en sentido contrario a agujas del reloj.
- L: Todos los recursos en el punto  $i$  y combatiendo en sentido contrario a las agujas del reloj.

$\lambda(\xi_i)$  es la asignación de recursos en los restantes radios.

$\bar{T}_k$  es la SQS previamente especificada, y

$T[X_i=s, \lambda(\xi_i)=x_{n-1}]$  es la SQS correspondiente a una asignación inicial de recursos que sea  $s$  en el radio  $i$  y  $x_{n-1}$  en los restantes radios.

La Figura 7 representa la asignación de los mismos recursos utilizados en la Figura 6, para producir una SQS, lo más próxima posible a una superficie del 55% de lo que se incendiaría sin intervención externa.

### 2.3.3. Esquema del proceso de optimización

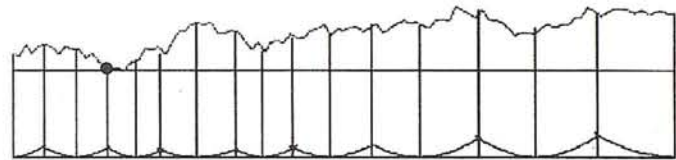
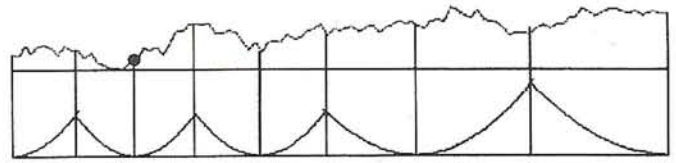
La Figura 8 muestra la secuencia lógica de la aplicación de los algoritmos de combate descritos en las secciones anteriores.

## 2.4. DESCRIPCIÓN DEL SOPORTE TECNOLÓGICO

### 2.4.1. Sistema de Información Geográfica

La funcionalidad que debe ofrecer el SIG para su aplicación en este proyecto, es algo especial, ya que además de la eficiencia en tiempo de cálculo, debe estar abierto para añadir funcionalidades no existentes en el producto original. Esta apertura implica la posibilidad real de acceder a las estructuras de datos, librerías y primitivas del sistema, lo que en la práctica significa disponer de las fuentes completas del mismo, ya que no se trata de una personalización o desarrollo por encima del SIG, sino de una integración importante de funciones dentro del propio SIG, como por ejemplo la actualización de posiciones, la generación de mapas temáticos en tiempo real y la visión estereoscópica.

Todo lo anterior hace de IberGIS (desarrollado por ICI, empresa que ha implementado los algoritmos de PIROMACOS), el mejor sistema para el desarrollo del proyecto. Se justifica esta elección en primer lugar por la necesidad de un sistema capaz de acceder y representar rápidamente cualquier información requerida. IberGIS dada su acertada distribución de las bases de datos numéricas (vectorial y raster) cumple esta premisa. En segundo lugar, está garantizado el acceso a todo el código fuente y estructuras de datos, junto con las personas que han desarrollado el mismo, lo que permite realizar todos los cambios y mejoras que sean necesarios sin restricciones. En tercer lugar, por la necesaria fiabilidad requerida para el desarrollo de un sistema de tanta importancia social y económica como el presentado. Una característica única de IberGIS es la utilización de fotografías aéreas en forma de pares estereoscópicos con visión en relieve simultánea con la cartografía digital. El uso de estas fotografías



hace disponer de información del terreno muy detallada e intuitiva, lo que es de gran importancia en el centro de control de una emergencia, y con un nivel de actualización superior a la cartografía temática normalmente disponible, a la cual sirve de complemento. En resumen, las características de IberGIS son:

- Orientado a objetos. Los elementos geográficos no están en capas, sino formando objetos.
- Mapa continuo. El territorio se modela como un todo continuo, sin separaciones por hojas u otros artificios.
- Tres dimensiones. Los objetos geográficos se guardan y manejan en tres dimensiones.
- Topología. Las relaciones topológicas entre objetos se gestionan en el propio sistema.
- Arquitectura cliente-servidor. Las aplicaciones constan de varios clientes que trabajan contra varios servidores. Las bases de datos son inherentemente distribuidas.
- Tipos de datos. Maneja de forma combinada datos vectoriales con y sin topología, datos raster, modelos digitales del terreno, ortofotos y pares estereoscópicos con visión en relieve.

### 2.4.2. Plataforma

El control del incendio se realiza sobre estaciones de trabajo Sun Sparc, cuya selección se ha debido a los siguientes criterios:

- Existe toda una gama de potencias de proceso (27-400 MIPS) con compatibilidad binaria total, lo que permite elegir la adecuada a cada instalación concreta. La estación elegida tiene unas prestaciones adecuadas y se encuentra en la mitad de la gama.
- Las Sun Sparc suponen el mayor parque instalado de estaciones de trabajo a nivel mundial, lo que es de importancia con respecto a la explotación del producto. Al ser Sun un fabricante exclusivamente de hardware que no tiene aplicaciones propias, suele ser un buen colaborador para la integración y transparencia con otras aplicaciones.
- Existen en el mercado otros fabricantes independientes que ofrecen estaciones 100% compatibles.
- Están disponibles para poderse incorporar a las estaciones seleccionadas subsistemas gráficos con capacidad de visión estereoscópica en relieve, tanto fabricados por Sun como por otros suministradores independientes. Esta funcionalidad se

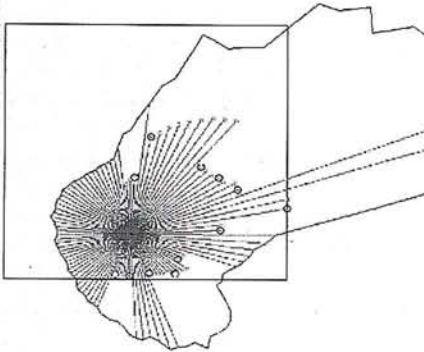


ha estimado como una prestación muy importante para la integración en el sistema de fotografías aéreas en tres dimensiones.

- La misma versión del sistema operativo Unix (Solaris) está disponible para estas estaciones y también para PC, con lo que el mismo desarrollo se puede aplicar a ambas plataformas.

El *front-end* de comunicaciones está instalado sobre una estación de la misma familia, de menores prestaciones. Sin embargo, esta estación puede ser del mismo modelo que la principal para proporcionar redundancia y, en estaciones pequeñas, pueden estar combinadas todas las funciones en una única estación, debido al diseño modular multiproceso planeado.

3	7	58.5	1	1
12	3	69.0	1	1
7	10	46.5	1	2
16	75	19.5	5	2
13	88	26.5	3	2
14	24	27.5	2	1
8	92	23.5	2	1
5	1	30.5	1	1
43	22	47.5	8	2
6	79	19.5	5	1
19	13	44.0	2	2
25	82	19.5	10	1
33.71	%			



### 2.4.3. Comunicaciones

El modelo de combate requiere de una realimentación en tiempo real de datos sobre el incendio y la posición de los retenes con objeto de poder recalcular y corregir el combate. Básicamente el sistema de comunicaciones realiza dos funciones (ver Figura 9):

- **Interfase de enlace entre el sistema y los móviles:** Se encarga de suministrar al sistema de control la información que este le solicite. Asimismo, retransmite a los equipos móviles las órdenes o mensajes que sean necesarios.
- **Gestión y control de equipos móviles:** Gestiona el enlace entre los equipos móviles y el sistema de comunicaciones. Para lo cual tiene asociadas las siguientes subfunciones:
  - Controlar y depurar la información que llega del campo.
  - Control en los equipos móviles, tanto de la transmisión como de la recepción.
  - Organizar y gestionar todo el sistema de comunicaciones.

Para realizar las funciones anteriores, el sistema de comunicaciones dispone de dos áreas de trabajo:

- **Subsistema estación central:** Formado por un *front-end* de comunicaciones (*hard* y *soft*) el cual, mediante un modem conectado al sistema de radio del usuario contacta con los móviles.
- **Subsistema estación móvil:** Formado por una C.P.U. en la cual se integra el software del sistema, unos sensores de campo (G.P.S., sistemas de detección de dirección y velocidad del viento, etc.). Este sistema móvil dispone de arquitectura modular y en cada caso (vehículo, helicóptero o mochila), se montan los elementos necesarios.

## 3. INFORMACIÓN UTILIZADA

### 3.1. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Las diferentes opciones de PIROMACOS requieren disponer de información geográfica general, así como de otra más específica, que

se describirá en las siguientes secciones. La información geográfica requerida, se refiere a:

Modelo Digital del Terreno (MDT).

Mapa de vegetación y usos de suelo:

- \* Mapa de unidades homogéneas de combustible
- \* Mapas que muestren, para distintos tipos de recursos, la oposición al combate del incendio.
- \* Mapas de dificultad de circulación extra-viaria para distintos tipos de recursos.

Mapas de elementos puntuales y lineales:

- \* Mapas de caminos, carreteras y otros elementos que reflejen la accesibilidad de los recursos de extinción.
- \* Mapas que muestren fronteras impermeables o retardantes a la expansión del incendio.
- \* Mapa de puntos de agua y su caracterización..
- \* Mapa de la posición inicial de los recursos de extinción.
- \* Mapas de valores puntuales prioritarios para la conservación.

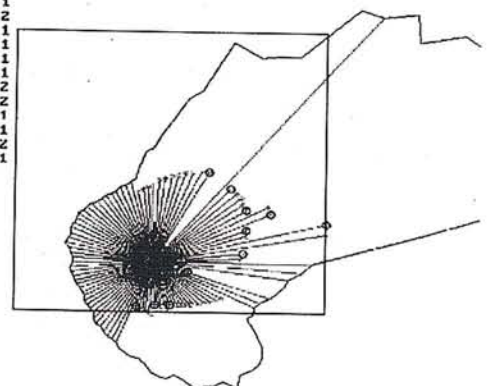
Otros mapas para la determinación del valor quemado:

- \* Mapas litológicos y de suelos.
- \* Mapas de hidrología superficial y subterránea.
- \* Mapas de erosión-erosionabilidad, etc.

La mayor parte de información anterior se obtiene directamente de la cartografía digital existente (mapa de carreteras, hidrografía, términos municipales), siendo precisa únicamente su transformación. Otros datos precisan una elaboración al no existir. Generalmente pueden obtenerse a partir de otros datos. Este es el caso del MDT que se obtiene a partir de las curvas de nivel. También se puede obtener mediante un correlador automático de los modelos estereoscópicos.

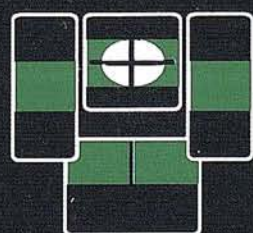
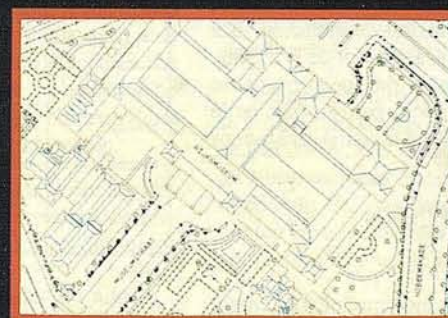
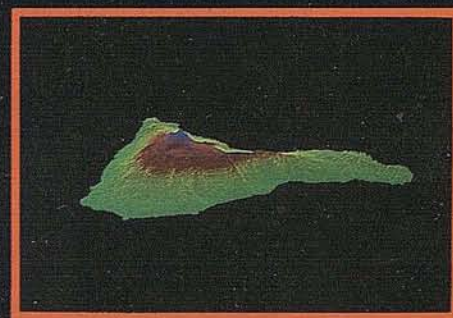
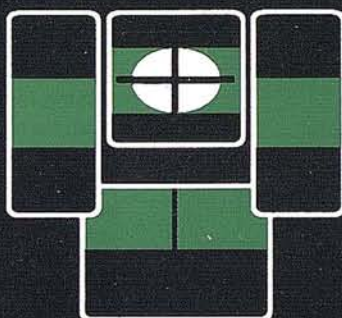
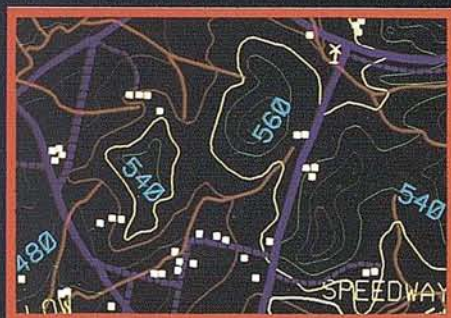
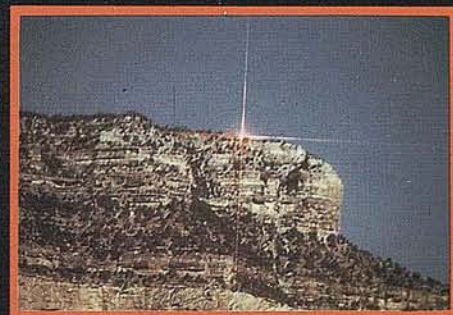
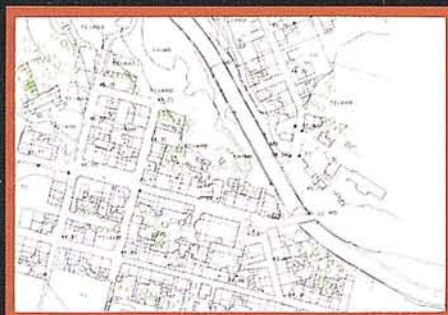
Con respecto a la precisión de los datos, se contraponen dos puntos. Unos datos muy precisos, permiten un resultado más próximo a la realidad, pero éstos necesitan un mayor tiempo de evaluación y de recursos de la máquina en general. La relación entre estos valores no es lineal, unos datos el "doble" de precisos pueden implicar el "doble" de tiempo y recursos, y sin embargo la mejora del resultado ser inapreciable. En general, unos datos que nos permitan conocer las características medias del terreno cada 10 metros puede ser suficiente.

3	7	58.5	1	1
12	4	69.5	1	2
7	9	43.0	1	1
16	76	12.0	5	1
13	96	14.0	1	1
14	15	7.0	1	1
8	2	35.5	1	2
5	6	37.0	1	2
43	17	45.0	11	1
6	78	19.5	5	1
19	13	44.0	2	2
25	81	19.0	11	1
44.89	%			



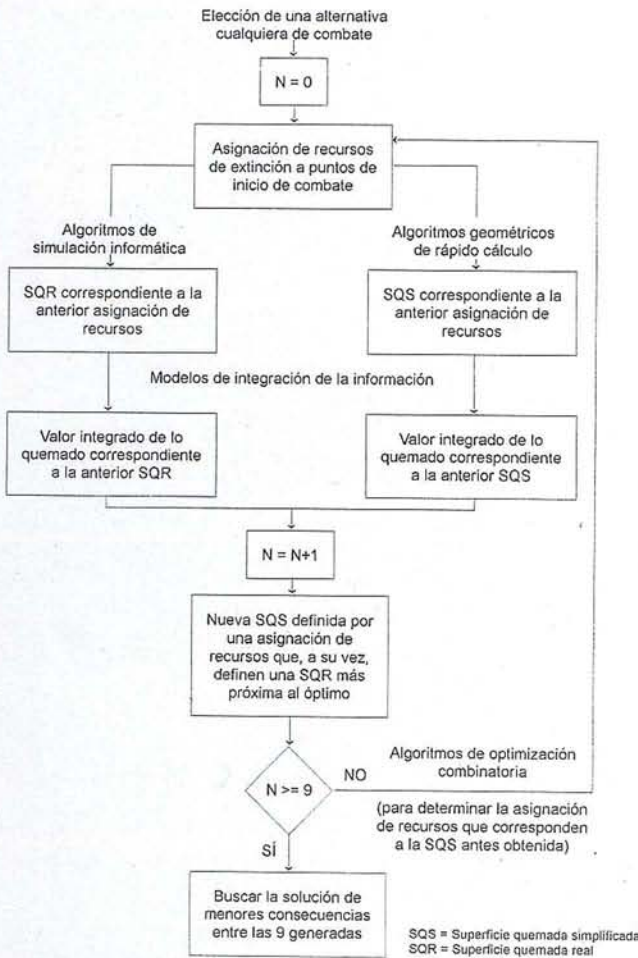


# TOPOGRAFIA - BATIMETRIA - FOTOGRAMETRIA - CARTOGRAFIA DIGITAL



**INTOPSA**  
INTERNACIONAL DE TOPOGRAFIA S.A.





PIROMACOS tiene almacenados los datos anteriores correspondientes a toda la Comarca objeto de estudio (la extensión operativa de una base de datos es del orden de 1,5 provincias españolas). A partir de la información correspondiente a un tipo concreto de incendio, PIROMACOS selecciona automáticamente una zona de actuación. Esta zona engloba la zona del incendio y una franja alrededor de la misma, que varía en función de los datos. La expansión del fuego puede no superar los 10 kilómetros en torno al punto de inicio, pero los medios de extinción pueden venir de distancias superiores, así la franja será menor para el MDT que para la red de carreteras.

### 3.2. OBTENCIÓN DE IMÁGENES DIGITALES

La utilización de imágenes digitales formando modelos estereoscópicos en PIROMACOS, le da una potencialidad de evaluación, análisis y toma de decisiones a priori y en tiempo real imposible de lograr sin esta información. Mediante estos modelos estereoscópicos, se puede mantener actualizada la información de forma rápida y barata. Se pueden corregir anomalías en la información vectorial, tomar decisiones de prevención y realizar entrenamiento de personal de mando. Asimismo, con imágenes posteriores a un incendio, se puede evaluar la zona quemada y comparar con las anteriores al incendio.

### 3.3. INFORMACIÓN REQUERIDA PARA SIMULAR EL COMPORTAMIENTO DEL FUEGO

La aplicación estándar de PIROMACOS se realiza mediante la aplicación de los modelos de expansión, definidos en la sección 2.2.1

a los tipos de combustible definidos por BEHAVE (Rothermel y Burgan, 1984). Sin embargo, PIROMACOS admite la posibilidad de identificar unidades homogéneas de combustible por parámetros básicos que caracterizan la expansión del incendio: radios de empaquetamiento, ratios superficie/volumen, etc.. Este procedimiento de identificar directamente las unidades homogéneas de combustible permite un mejor ajuste a las características propias de cada zona, que la utilización de procedimientos habituales basados en combinaciones lineales de los trece tipos de combustible de BEHAVE. Adicionalmente, este sistema de identificación de combustibles facilita simular los resultados de diferentes prácticas selvícolas en la propagación del incendio. Además de la información geográfica referida a los modelos de combustible necesarios para aplicar el modelo de expansión, se necesita información relacionada con variables climatológicas (humedad relativa, temperatura, humedades de los combustibles, etc.) que determinan el comportamiento del incendio.

Con independencia de la posibilidad de aplicar directamente el modelo de expansión sobre las características físicas de los modelos de combustible, la utilización de los tipos definidos por BEHAVE acelera la presentación de resultados. Con objeto de incrementar aún más la obtención de los mismos, PIROMACOS admite la posibilidad de utilizar información tabular previamente calculada, en lugar de resolver en cada caso las expresiones analíticas complejas de los modelos de expansión. La utilización de la información tabular presenta como ventaja adicional la facilidad de adaptar los parámetros almacenados a las observaciones en tiempo real: el sistema consigue identificar más rápidamente las causas de la desviación existente entre los datos utilizados y los reales y se acelera la adaptación al posibilitar la aplicación de métodos estadísticos sobre observaciones repetidas en las celdas de las tablas empleadas.

Como ejemplo de información tabular se presenta la relación existente para el modelo de combustible 1 de BEHAVE, con una velocidad de viento dominante de 15 km./h. (Tabla 1).

TABLA 1-a: Velocidad de propagación del incendio en el sentido del viento dominante; para el combustible tipo 1 y con pendiente 0%.

Velocidad de propagación del fuego (m./min.)		Humedad básica del combustible fino muerto <i>l</i>					
		1 %	3 %	6 %	10 %	15 %	25 %
Humedad básica	300 %	56	44	36	30	0	0
	200 %	70	55	45	37	0	0
combustible vivo	100 %	95	74	60	49	0	0
	50 %	114	88	71	58	0	0
	30 %	124	96	77	63	0	0

TABLA 1-b: Calor por unidad de área producido en un incendio de las características descritas en la Tabla 1-a.

Calor por unidad de área (Kcal./m <sup>2</sup> )		Humedad básica del combustible fino muerto					
		1 %	3 %	6 %	10 %	15 %	25 %
Humedad básica	300 %	7859	6504	3794	2913.25	2710	0
	250 %	8130	7046	5555.5	2913.25	2710	0
combustible vivo	200 %	8401	7317	6504	3794	2710	0
	150 %	8536.5	7588	6910.5	5691	2710	0
	50 %	9756	8672	7723.5	6775	5691	0

La Figura 10 presenta el esquema que define la secuencia lógica para la obtención de las expresiones analíticas utilizadas en el modelo de expansión del fuego.



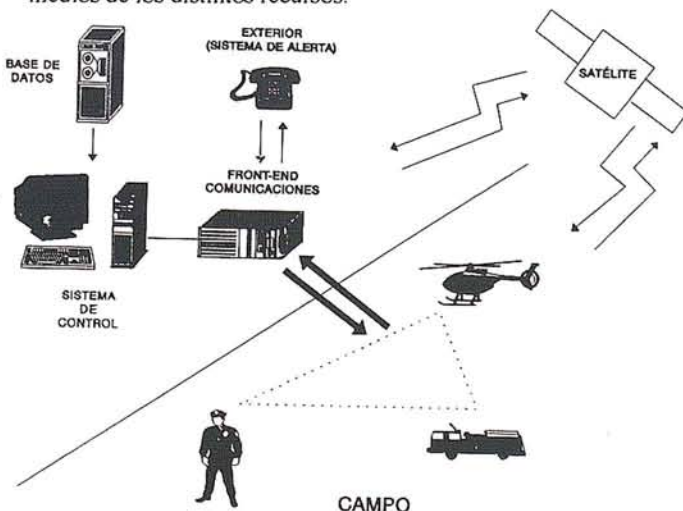
### 3.4. INFORMACIÓN REQUERIDA PARA SIMULAR EL COMBATE CORRESPONDIENTE A UNA ASIGNACIÓN INICIAL DE RECURSOS

La caracterización del comportamiento de los recursos de extinción se realiza a partir de tablas que muestran los rendimientos del combate y de velocidad de desplazamiento de cada recurso en distintas situaciones. Estas tablas relacionan características de terreno (pendiente, pedregosidad, tipo de combustible, etc.) y del incendio (velocidad máxima de propagación, altura de la llama e intensidad de radiación), con el tipo de recurso (motobomba, bulldozer, aviones anfíbios, aviones de carga en tierra, helicópteros de extinción, helicópteros de transporte, número de integrantes de las cuadrillas, etc.). Además de estas características, se consideran factores limitantes para el uso de maquinaria, tales como pendiente máxima de subida, bajada y lateral con carga y sin carga. Finalmente, es necesario conocer los tiempos medios que transcurren desde que se localiza el incendio hasta que los medios parten para combatirlo (tiempos de respuesta) y la localización inicial de los recursos de extinción.

Adicionalmente, PIROMACOS es capaz de procesar otro tipo de información referida a características más específicas de cada recurso de extinción, tales como potencia, capacidades de los depósitos de agua, velocidades de crucero, capacidades de carga, autonomía, capacidad de las estaciones de mezcla para retardantes, etc. Para cada retén se puede utilizar información referida a los medios con los que cuentan: batesuegos, palas, azadas, extintores de mochila, etc.

A partir de esta información tabular, se aplican los algoritmos descritos en la sección 2.2.2 para determinar el valor de la superficie quemada correspondiente a una asignación inicial de recursos de extinción. Para su aplicación es necesario haber calculado los mapas de tiempos de llegada de los recursos seleccionados a todos los puntos del territorio teniendo en cuenta la expansión simultánea del incendio. Cuando se utilizan recursos con depósitos de agua, también se requiere información referente a la localización de los distintos puntos de agua. Con ella se construyen mapas de tiempos de llegada desde la posición de cada uno de los recursos de extinción, a todos y cada uno de los citados puntos de agua. De esta forma se elige automáticamente el lugar más adecuado para el abastecimiento, en cada uno de los instantes, y se calculan los tiempos y trayectorias de desplazamiento y recarga. La caracterización tabular de los rendimientos de los recursos de extinción admite los mismos procedimientos de adaptación a las observaciones reales que los propuestos para adaptar la expansión del incendio.

Cuando no se dispone de la información antes mencionada, PIROMACOS utiliza los resultados de estudios ya realizados mediante la incorporación de una base de datos con los rendimientos medios de los distintos recursos.



La Tabla 2 presenta, a modo de ejemplo, la información tabular de rendimientos para un ataque indirecto con bulldozer general de 90 C.V. de potencia, en función de la pendiente y del tipo de combustible, y con una anchura de cortafuego definida.

TABLA 2: Rendimiento (metros./min.) de un bulldozer de 90 C.V. en la realización de cortafuegos, con la anchura definida en la tabla y para los modelos de combustible (BEHAVE) también definidos.

Anchura cortafuegos	Modelo combustible	0-25 %	26-40 %	41-55 %	(-25) - 0 %	(-26) - (-40) %	(-41) - (-55) %
1	1	25	15	6.7	35	35	23.4
1	2	25	15	6.7	35	35	23.4
1	3	20	11.7	3.3	26.8	25	15
2	4	5	2.5	0.7	6.8	6	1.5
1	5	20	11.7	3.3	26.8	25	15
2	6	7.5	4	1.5	10	9	3.5
3	7	5	2.7	0.9	6.7	6	2
2	8	10	6	1.5	13	12.5	7.5
7	9	2	1	0.3	3	2.6	1
10	10	0.33	0.17	0.03	0.5	0.3	0.06
5	11	1.4	0.66	0.13	2	1.34	0.2
7	12	1	0.5	1	1.5	1	0.15
10	13	0.33	0.17	0.03	0.5	0.3	0.06

### 3.5. INFORMACIÓN PARA LA VALORACIÓN INTEGRAL DEL TERRITORIO

PIROMACOS define la asignación de recursos óptima para hacer mínima la superficie quemada, o cualquier valor integrado definido por el usuario. Para lograr este objetivo es necesario haber asignado previamente a cada zona un determinado valor económico, ecológico y social, o un valor global de todos o parte de estos aspectos.

Este valor global (ver sección 2.1) ha de reflejar el sistema de preferencias de un experto en el sentido de priorizar la conservación de un punto sobre otro. En cualquier caso es necesario disponer de información de vegetación, litología, hidrología y otros parámetros físicos, sociales y económicos que caractericen la zona de estudio. La concreción del tipo de información requerida depende de los aspectos específicos que el experto, o el decisor político, consideren significativos para esta valoración.

Se pueden introducir puntos de valor prioritario para impedir que se vean alcanzados por el incendio incluso durante el funcionamiento de PIROMACOS. De forma similar a como se consideran las restantes observaciones en tiempo real, estos puntos se considerarán para el cálculo del combate óptimo en sucesivas adaptaciones. Si los puntos introducidos correspondieran a localizaciones de seres humanos, automáticamente se procede al cálculo de su plan de evacuación.

## 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 4.1. MODOS DE OPERACIÓN

La aplicación de PIROMACOS se puede realizar en tres modos de operación, que se describen en los tres sub-apartados siguientes.

#### 4.1.1. Planificación y Estudio de Riesgos

Este modo de actuación facilita el estudio de las mejores localizaciones de los recursos de extinción y la identificación de puntos con mayor riesgo de que se produzcan incendios de importantes consecuencias. Sobre estos puntos debe intensificarse las labores de detección.

La planificación de la localización de los recursos de extinción se realiza mediante el estudio de las consecuencias de distintas



localizaciones de recursos sobre incendios simulados en distintos puntos del territorio. La simulación de los incendios se realiza en los puntos de mayor riesgo, según la información proporcionada por la serie histórica de incendios; la resultante del estudio de puntos con mayor riesgo de inicio de incendios con importantes consecuencias y la información subjetiva aportada por los expertos en control de los incendios forestales.

Las localizaciones a analizar responden a una búsqueda sistemática sobre los núcleos de población existentes en la zona de estudio. Esta búsqueda se puede sustituir por la aplicación de sistemas específicos de planificación, como las herramientas IFMS<sup>3</sup> que reducen considerablemente el número de localizaciones a analizar. Para alcanzar este objetivo, PIROMACOS proporciona salidas en formato estándar de las funciones objetivo a analizar (valor quemado real y de valor de lo quemado correspondiente a un combate sobre la Superficie Quemada Simplificada).

La identificación de los puntos de mayor riesgo de inicio de incendios con importantes consecuencias se realiza mediante una simulación de incendios en distintos puntos del territorio. Para esta simulación se introducen las condiciones climatológicas más adversas. El valor global de riesgo de incendios con importantes consecuencias se obtiene como producto de un índice que represente el valor quemado en cada punto, por otro que represente el riesgo de que se produzcan incendios. Este último índice se obtiene como media de los índices de peligrosidad publicados por la administración forestal.

#### 4.1.2. Simulación y Entrenamiento

Este segundo modo de operación, se refiere a la aplicación de PIROMACOS al estudio de las consecuencias de distintas prácticas selvícolas (desde claras y realización de cortafuegos al cambio de especie); así como al entrenamiento; tanto de los responsables de la extinción, como de las cuadrillas y maquinaria disponible. En ambos casos se utilizan los modelos de expansión del incendio basados en la caracterización específica de unidades homogéneas de combustible. Ambas tareas, se pueden realizar mediante la aplicación de PIROMACOS a distintas situaciones propuestas por los responsables de la prevención y extinción; o en el contexto de un estudio sistemático de prácticas selvícolas y profesionalización de los recursos de extinción.

Un ejemplo de proyecto sistémico para la gestión de incendios forestales es el proyecto SIF (Servicio Integral Forestal). SIF auna las potencialidades de diferentes empresas<sup>4</sup> con objeto de mitigar los efectos del incendio mediante previsión y actuación sobre el monte antes de la temporada de incendios y, en el caso de producirse el incendio, se contempla la optimización de la extinción. SIF se define como un conjunto de medios humanos, técnicos y organizativos que, basándose en datos recibidos del entorno (estudios de riesgos, vegetación, orografía, grado de combustibilidad del material vegetal, recursos, climatología, etc) y tratados por medio de un sistema de gestión de la información por ordenador (PIROMACOS), permite adecuar los medios humanos y materiales a la prevención de los riesgos en entornos naturales y la optimización de todos los recursos disponibles, en el caso de emergencia. El comportamiento del Servicio Integral Forestal se define en las siguientes etapas:

- i) Alimentada la aplicación con la información disponible que tiene que ser rigurosa y fiable, se produce el arranque del sistema. Esta información se consigue por medio de fotografías

aéreas, mapas topográficos, mapas de uso de suelo (ya sea importando la información digital o digitalizando la que esté en papel), recursos disponibles, datos ya existentes, etc.

- ii) Producido el arranque del sistema, éste permite realizar evaluaciones que derivan en simulaciones y estudios complementarios. Todas las recomendaciones son tratadas y valoradas en forma de anteproyecto y son entregadas al técnico responsable de la Administración Pública.
- iii) El técnico responsable puede tomar la decisión de convertirlas en proyecto y mandar que se ejecuten los trabajos, según prioridades para disminuir riesgos de incendios, o dejarlas en espera para modificaciones posteriores hasta que existan disponibilidades económicas. En ambos casos, tanto si se ejecutan los trabajos como si se dejan en espera, el sistema permite realizar simulaciones con los trabajos ejecutados o por ejecutar y obteniendo respuesta ante las nuevas situaciones. Cualquier modificación que se produzca respecto a los datos de partida, debe ser introducida en el sistema, el cual nos dará respuesta ante la nueva situación.

El Servicio Integral Forestal (SIF) está concebido para una zona o extensión geográfica asimilable a la provincia y, tratada a medio plazo o largo plazo, conseguiría, entre otras, las siguientes ventajas:

- Menor riesgo en pérdida de vidas humanas.
- Disminución de superficie quemada.
- Un mejor conocimiento de la zona de actuación, se dispondría de un mapa de jerarquización de riesgos.
- Una mayor profesionalización de las plantillas, integrando distintos trabajos y servicios forestales, se consigue una CONTINUIDAD de las plantillas lo que permite someter a las mismas a un PLAN DE FORMACIÓN.
- Mejor ambiente personal y profesional de las plantillas (motivación).
- Obtención de mejores rendimientos forestales.
- Obtención progresiva de un servicio más tecnificado.
- Optimización de la gestión (se consigue una VISIÓN GLOBAL del objetivo a conseguir).

#### 4.1.3. Combate en Tiempo Real

A este modo de operación corresponde la mayor parte de los desarrollos propuestos. Simplemente se remarca en este apartado, la posibilidad de determinar a priori las consecuencias de cualquier alternativa de combate propuesta por el usuario; la posibilidad de determinar el mejor combate y la facilidad de realimentar el modelo con datos observados en tiempo real para recalcular la mejor alternativa de combate. Todas estas opciones se realizan manteniendo el control de las comunicaciones entre los recursos de extinción y el centro de control del incendio.

## 4.2. INTERFASE DE USUARIO

Las operaciones que puede realizar el usuario sobre la consola del ordenador donde corre PIROMACOS son:

- Definir los criterios de actuación para el cálculo de la valoración integral de cada punto a preservar del incendio.

3 Integrated Forest Management System: Force-Robak. University of New Brunswick. Canadá.

4 EULEN: Empresa líder en Servicios Intensivos de Mano de Obra, con gran experiencia en Lucha contra Incendios Forestales. Aporta el potencial humano para dar los servicios necesarios en el monte, que el SIF necesita.  
ICI: Empresa líder en España en Servicios de Información Geográfica, aporta las aplicaciones informáticas sobre las que asienta el SIF.





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

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

Las características de **PHODIS® ST**:

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

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

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

**Carl Zeiss –**  
 Cooperación a largo plazo



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



- Seleccionar, a través del mapa "ESQUEMA" (mapa de la Comarca de actuación, que mediante la realización de un zoom, permite la localización de la zona de estudio) la localización visual de la información geográfica pertinente.
- Introducir foco, o focos, del incendio, que puede ser un punto, un contorno o un conjunto de puntos y contornos. Esta tarea, se puede realizar de distintas formas: digitalizando gráficamente el contorno del foco; tecleando sus coordenadas; mediante la geo-referenciación de imágenes digitales que muestren el perímetro del incendio, o a través de la incorporación directa de cualquier otro soporte transmitido por el sistema de comunicaciones.
- Introducir, en caso de simulación, la fecha y hora de la misma. Cuando trabaja en tiempo real, el sistema las lee directamente.
- Introducir parámetros meteorológicos (velocidad y dirección del viento, humedad relativa, humedad de los combustibles vivos, etc.) y el punto, o puntos, donde se realiza su medición.
- Seleccionar, en caso de simulación, los parámetros avanzados del incendio: ancho de zona de estudio, número de hileras por paso, altura límite de la llama para combate directo, etc.. Cuando trabaja en tiempo real, el sistema toma sus valores por defecto.
- Introducir, en modo de simulación, la localización inicial y composición de los recursos de extinción, así como seleccionar los utilizados en el combate. En tiempo real, el sistema "conoce" la localización inicial de los recursos.
- Calcular las rutas de aproximación a la zona de estudio para los diferentes recursos de extinción.
- Asignar, optativamente, recursos de extinción a puntos concretos para conocer las consecuencias de asignaciones concretas.
- Calcular el combate óptimo y visualizar los resultados.

Los parámetros que afectan al comportamiento del fuego, las posiciones del incendio y de los recursos de extinción y los criterios para la valoración de lo quemado, se pueden modificar en cualquier instante del procesamiento de PIROMACOS. A elección del usuario, la aplicación puede incorporar los nuevos valores en la siguiente adaptación del combate, o en los procesamientos en curso. La información que la aplicación permite obtener y presentar, consiste en:

- \* Toda la información almacenada, con posibilidad de modificación utilizando las herramientas propias de IberGIS.
- \* Mensajes recibidos y transmitidos por el sistema de comunicaciones durante la operación de PIROMACOS.
- \* Mapas de valor integrado mostrando el mérito de cada punto a no ser afectado por el incendio.
- \* Mapa de cobertura radio-eléctrica.

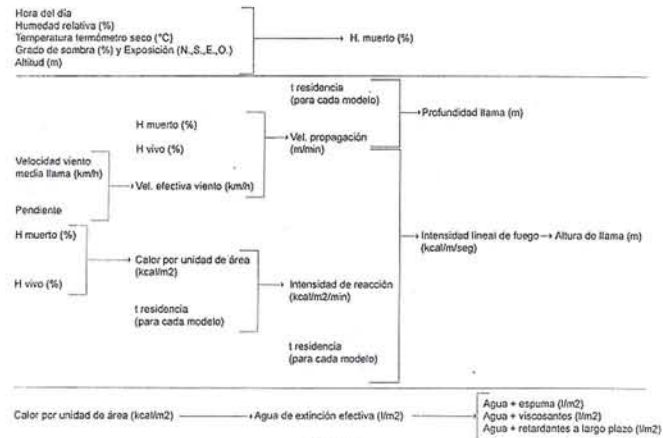


FIGURA 1C

- \* Mapas relacionados con la expansión del incendio (mapas de tiempo de llegada del fuego, de altura de llama, de agua requerida para la extinción, de intensidad de la radiación, de velocidad del incendio en cada punto, de calor por unidad de área, etc).
- \* Mapas de tiempos de llegada de los recursos de extinción, desde sus bases de operaciones a todos los puntos de la zona de estudio.
- \* Mapas de tiempo de llegada desde los puntos de agua a toda la zona de estudio, utilizando distintos medios de carga.
- \* Trayectorias de desplazamiento de los distintos recursos de combate.
- \* Actuación prevista y posicionamiento de los recursos de combate.
- \* Consecuencias de cualquier actuación definida por el usuario.
- \* Combate óptimo.
- \* Posicionamiento, en tiempo real, de los distintos recursos de combate y del incendio.

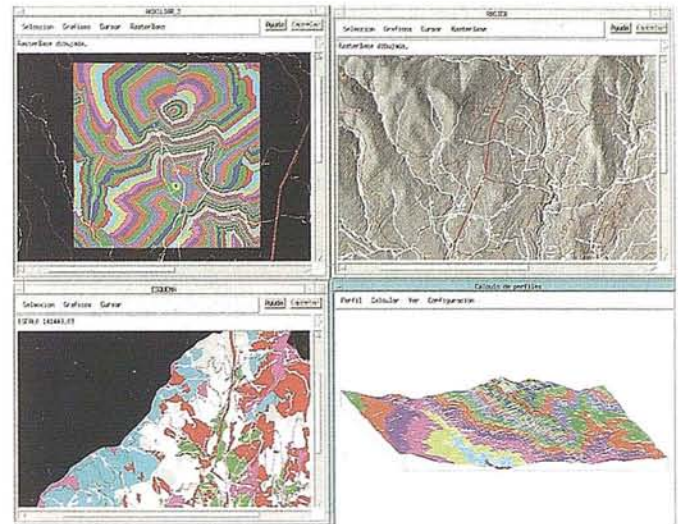
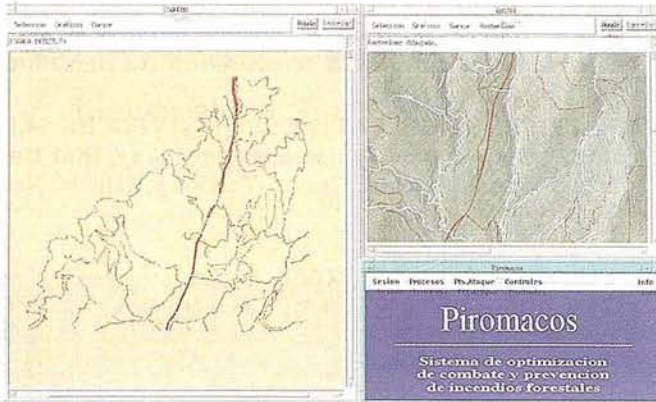
La información geográfica se puede presentar en dos o tres dimensiones, utilizando, en este caso, salidas estereoscópicas con soporte en las imágenes digitales disponibles. Cabe la posibilidad de presentar la superposición de dos o más mapas temáticos simultáneamente.

Las Figuras 11, 12, 13 y 14 muestran, respectivamente, la identificación de la zona de estudio; distintas pantallas representando la información requerida por PIROMACOS; pantallas con la información presentada y, finalmente, una representación del combate del incendio.

### 4.3. CASOS DE APLICACIÓN

La acogida que está teniendo PIROMACOS en las presentaciones a los técnicos y responsables de los incendios de las Comunidades a las que comercialmente se ha podido acceder hasta la fecha ha sido positiva. Diferentes técnicos han coincidido en la importancia de una aplicación de estas características, ya que han podido observar, in situ, la rapidez y fiabilidad de sus cálculos así como el enorme valor añadido que PIROMACOS





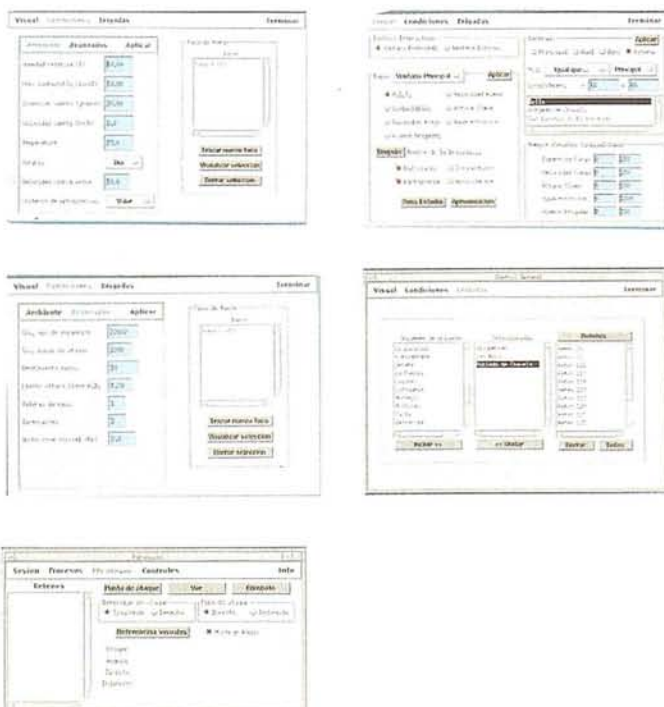
aporta a los departamentos comunitarios encargados de la lucha contra los incendios.

Las Comunidades en las que PIROMACOS se encuentra en fase de implantación son:

- \* En la Comunidad de Madrid, mediante los responsables de las competencias sobre los incendios (Dirección General de Protección Ciudadana - Consejería de Presidencia) se está en fase de aglutinar la cartografía necesaria para crear el soporte cartográfico de PIROMACOS. Una vez concluida esta fase se dispondrá de una estación de trabajo en las dependencias de Las Rozas.
- \* En la Junta de Castilla y León, la Consejería de Medio Ambiente, tiene muy avanzado el estudio de implantación.
- \* Por último la Diputación de Alicante ha dado también luz verde a la instalación de PIROMACOS en sus dependencias realizando internamente la labor de captación de la cartografía necesaria.

## 5. PARTICIPANTES EN EL PROYECTO

El desarrollo de PIROMACOS se ha debido al trabajo conjunto de un grupo de profesores del Departamento de Economía y Gestión de las Explotaciones e Industrias Forestales de la ETSI Montes (UPM) y la empresa INVESTIGACIONES CIBERNÉTICAS (ICI). Los primeros han proporcionado el conocimiento sobre el comportamiento del fuego y los algoritmos de combate; los segundos han implementado dichos algoritmos en un SIG y proporcionado soluciones eficientes en tiempo real. Otras instituciones que han aportado conocimientos necesarios para el desarrollo han sido: LANDATA, que aporta el tratamiento de las comunicaciones; SEAC, empresa que aporta las estaciones meteorológicas que se comunican en tiempo real con la estación de trabajo y la Diputación de Alicante quien, desde un principio ha sido socio institucional del proyecto. La implementación del proyecto ha sido posible por la ayuda concedida por el MINISTERIO de Medio Ambiente y el programa ESPRITE dentro del IV Programa Marco de la Unión Europea (Proyecto N<sup>o</sup>: PASO PC 238).





## 6. REFERENCIAS

- ALCAIDE, M.T. y MARTÍNEZ-MILLÁN, J. (1994). Utilización de "CARDIN" para la simulación de un incendio real. *Ecología*, 8: 3-11.
- BESAG, J. (1986). On the statistical analysis of dirty pictures. *J.R.Stat.Soc. B* 48: 259-73.
- CABALLERO, D., MARTINEZ-MILLAN, J., MARTOS, J. y VIGNOTE, S. (1994). CARDIN 3.0 A model for forest fire spread an fighting simulation. *2nd International Conference on Forest Fire Reseach*. 21-24 Noviembre Coimbra, Portugal.
- CATCHPOLE, WR. (1985). *Fire models for Heatland*. Mathematic Department Report No. 21/85, Faculty of Military Studies, University of New South Wales, 1985.
- CATCHPOLE, EA; HATTON TJ y CATCHPOLE W.R. (1989). Fire Spread Through Nonhomogeneous Fuel Modelled As Markov Process. *Ecological Modelling* 48: 101-112.
- CERNY, V. (1982). *A thermodynamical approach to the travelling salesman problem: and efficient simulation algorithm*. Preprint, Ins. Phys. and Biophys. Comenius Univ. Bratislava.
- CONDE, C. y PEREZ GONZALEZ, J.M. (1995). Una comparación entre el método de elementos finitos y el método de volúmenes finitos. *Actas del XIV C.E.D.Y.A. / IV C.M.A.*
- DUPUY, JL. (1991). *Modélisation Predictive De La Propagation Des Incendies De Forêts*. Rapport Technique. De la Université Claude Bernard Lyon 1 - Inra, Station De Sylviculture Méditerranéenne, Avignon.
- DUPUY J.L. (1992). *Les Recherches De L'unité De Prevention Des Incendies De Forêts Autour Du Système De Prediction Americain Behave*. Inra Report, Avignon, Pit 9202.
- GEMAN, S. y GEMAN, D. (1984). Stochastic relaxation, Gibbs distributions and the Bayesian restoration of images. *IEEE Trans. PAMI-6*, 721-741.
- GERASIMOV, V. A.; DORRER, G. A. (1988). Optimization of Flight Lines for Aerial Forest-Fire Patrolling As A Management Task. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Lesnoi Zhurnal*. 5: 21-24
- GILLESS, JK. (1991). Implementation of a wildland fire protection planning system by a State Resource Management Agency: Simulation Proves More Useful Than Optimization. *Proceedings of the 1991 Symposium on Systems Analysis in Forest Resources*, March 3-6, 1991, Charleston, South Carolina, General Technical Report SE-74, Pages 312-319.
- HERNANDO, C., y ELVIRA, L. (1989). *Inflamabilidad y energia de las especies de sotobosque*, I.N.I.A, Madrid.
- KIRPATRICK, S.; GELLATT, C.D. Jr. y VECCHI, M.P. (1982). *Optimization by simulated annealing*. IBM Thomas J. Watson Research Center, Yorktown Heights, New York.
- KURBATSKII, NB. y TSVETKOV A. (1976). Integrated Optimization in Forest Fire Control Management. *Lesn-Khoz* 9:66-70. MARTELL, DL. (1971). *Optimization of Airtanker Operations in Forest Fire Suppression*. M.S. Thesis, University of Toronto, Ontario.
- MARTINEZ FALERO, E. (1984). Trazado automático de una ruta por caminos de mínimo impacto económico, ecológico y social. *Montes*, 1: 11-26.
- MARTINEZ FALERO, E.; CAZORLA, A. y SOLANA, J. (1995). Scaling Methods. Pgs:193-235. In: *Quantitative Techniques in Landscape Planning* (Martínez Falero and González Alonso eds.) CRC-Lewis. New York.
- MOCKUS, J. (1989) *Bayesian Approach to Global Optimization*. Kluwer. Dordrech.
- NEWKIRK, R.T. (1979). *Environmental Planning for Utility Corridor*. Ann Arbor Science, Michigan.
- OÑATE, E. y ZIENKIEWICZ, C. (1991) Finite Volumes vs. Finite Elements. Is there really a choice?. En: *Non linear Computational Mechanics State of Art*. (Wriggers, P. y Wagner, W. eds.) Springer-Verlag. Berlin.
- RICHARDS, GD. (1995). A general mathematical framework for modelling two-dimensional wildland fire spread. *Wildland Fire*, 5: 63-73.
- ROTHERMEL, R.C. y BURGAN, R.E. (1984). *BEHAVE: Fire behaviour prediction and fuel modeling system*. General Technical Report. INT-167. USDA. Forest Service. Ogden.
- VALLETE, J-Ch.; CLEMENT, A. y DELABRAZE, P. (1979). *Inflamabilidad d'espèces méditerranéennes*. Inra., Avignon.
- WILGEN, B.W.VAN. (1984) Adaptation of the United States Fire Danger Rating System to Fymbos Conditions. Part I. A fuel model for Fire Rating in the Fymbos Biome. *South African Forestry Journal*. 129: 61-65
- WYBO, JL. (1992). Expertgraph: Knowledge Based Analysis and Real Time Monitoring of Spatial Data Application to Forest Fire Prevention in French Riviera. *International Emergency Management and Engineering Conference: Managing Risk with Computer Simulation*, April 6-9, Orlando, Florida, 1992, Pages 17-24.



## LOS SERVICIOS

Agricultura

Obras Públicas

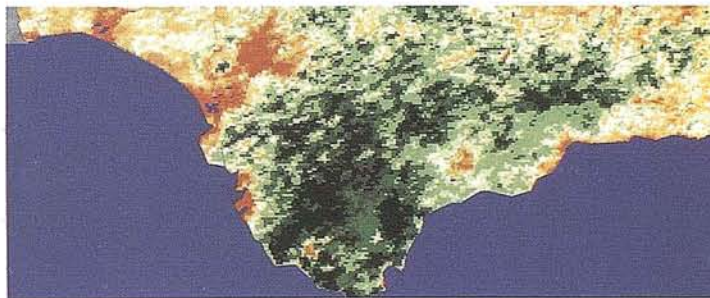
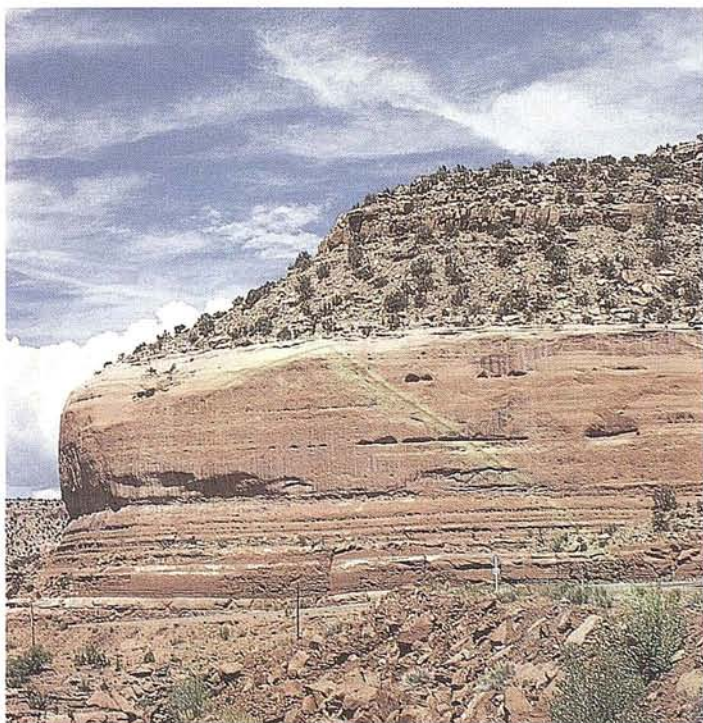
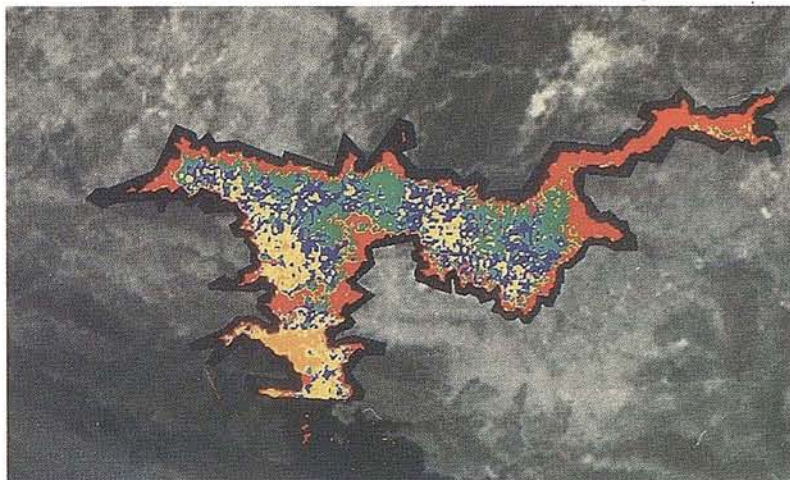
Ingeniería geológica

Ingeniería medioambiental

Investigación minera y petrolera

Hidrogeología

Teledetección



## LOS PRODUCTOS

Estimación de superficies agrícolas: marco de áreas

Estudio de impacto de la sequía

Cartografía de usos del suelo

Cartografía de riesgos geológicos

Restauración de espacios alterados

Gestión del territorio: condicionantes al uso del suelo y subsuelo

Sistemas de caracterización de emplazamientos de depósitos de residuos tóxicos y radiactivos

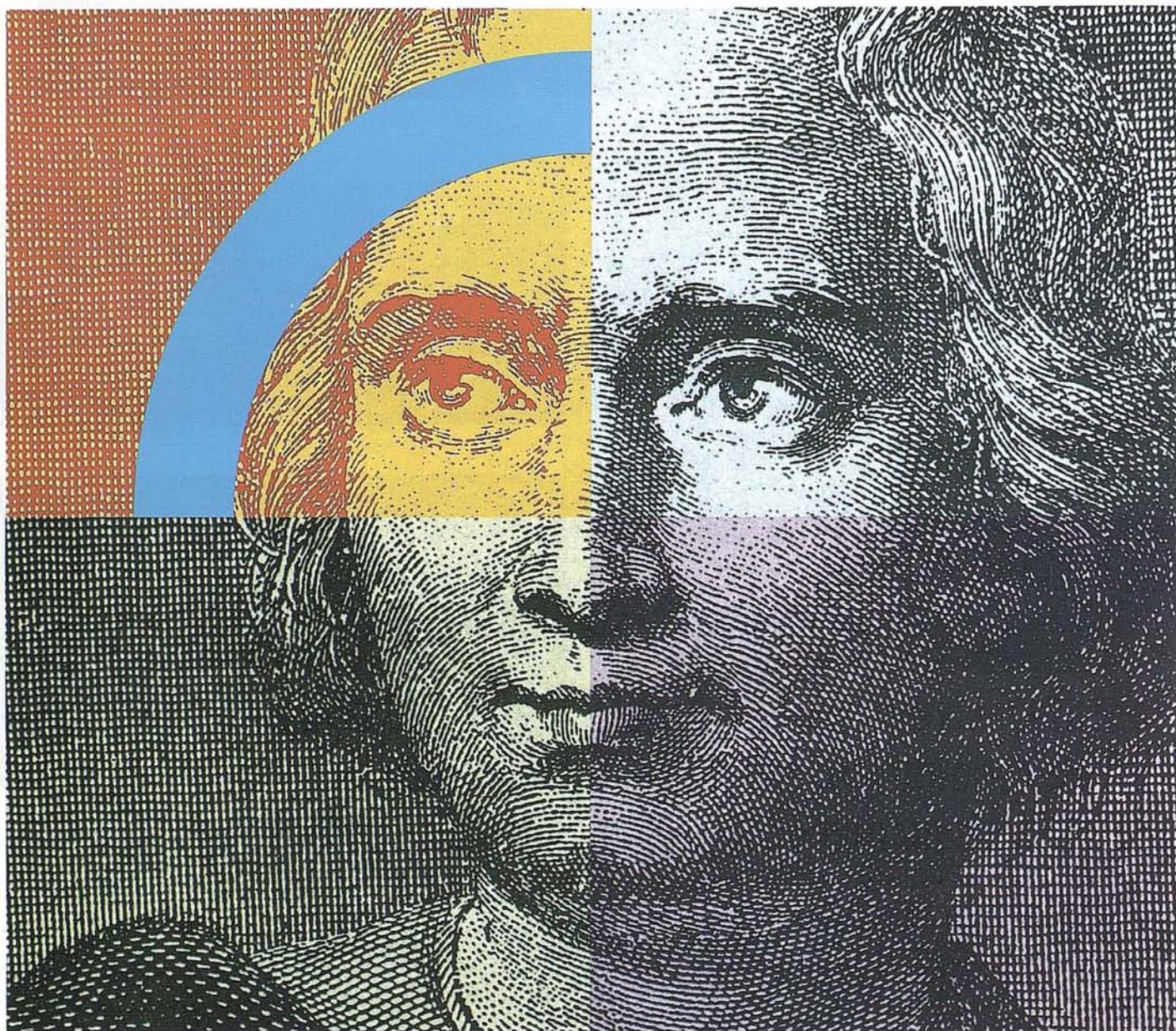
Proyectos multidisciplinarios en prospección minera y petrolera

Selección de trazados para obras lineales



# SIEMENS NIXDORF

Z104



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



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

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

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

**La idea europea**  
**Sinergia en acción**







# LOS INCENDIOS FORESTALES EN LA COMUNIDAD DE CASTILLA Y LEÓN

**D. Manuel Rodríguez Hierro.**  
 Jefe del Servicio de Protección de la Naturaleza de la  
 Junta de Castilla y León.

## 0.- INTRODUCCIÓN

Comenzaremos por afirmar que los incendios forestales son el mayor peligro y causa de desaparición de masas forestales en la Comunidad de Castilla y León. Queremos enfatizar rotundamente y solemnemente esta afirmación, con objeto de que el estudio de los aspectos parciales o una valoración más ajustada a la realidad pueda inducir a pensar que la Administración Forestal no asume el problema, o desconoce su gravedad.

No obstante, estimamos que va siendo hora de ir desmontando y reducir a sus justos términos una serie de mitos que se han introducido en la mente de todos, considerando como dogmas afirmaciones de todo punto erróneas. Ni es cierto que "antes no había incendios", ni que "si esto continúa llegaremos al desierto", ni que la solución es "limpiar los montes", ni mucho menos que "los intereses de las empresas madereras o urbanizadoras sean causantes principales de incendios".

Admitir estos principios como básicos para diseñar la estrategia de la lucha contra los incendios, como pretenden algunos grupos sociales, sería errar de principio a fin y sólo conduciría a un fracaso sistemático.

Resulta ilusorio querer desarrollar toda la problemática de los incendios forestales en la brevedad que exige un artículo, no obstante intentaremos analizar y sintetizar los aspectos más fundamentales en los 5 epígrafes siguientes:

- I.- Marco físico, económico y sociológico.
- II.- Evolución de los incendios forestales en Castilla y León.



- III.- Causas y riesgo de incendios.
- IV.- Estrategia de la Junta de Castilla y León en la lucha contra los incendios forestales.
- V.- Un problema pendiente: S.I.G.I. (Sistema Informático Geográfico Integral).

## I.- MARCO FÍSICO, ECONÓMICO Y SOCIOLÓGICO

No es posible hacer un análisis del problema sin esbozar, aunque sea mínimamente, las características físicas, forestales y sociales del medio en que se producen los incendios, junto a unas escuetas referencias estadísticas de los mismos, que nos ayuden a valorar y comprender el problema en sus justos términos.



La comunidad de Castilla y León no es sólo la Comunidad más extensa de España, sus 9,5 millones de Has. la hacen la más extensa de toda la Unión Europea. Por el contrario, no está en consonancia con esta superficie ni su riqueza, ni su demografía. Los 2,5 millones de habitantes representan una densidad de 27 h/km<sup>2</sup>, casi un tercio de la media nacional, y las posibilidades económicas para atender a tan vasta superficie hay que administrarlas con sumo cuidado.

CUADRO DE SUPERFICIES (Has.)

PROVINCIA	SUPERFICIE GEOGRAFICA	SUPERFICIE FORESTAL	SUPERFICIE ARBOLADA	Nº MONTES U.P.	SUP. MONTES U.P.
AVILA	894.795	478.897	158.131	136	107.151,4
BURGOS	1.417.785	708.082	394.213	593	246.511,6
LEON	1.546.862	859.525	269.129	936	636.058,0
PALENCIA	803.534	247.905	118.238	403	182.160,0
SALAMANCA	1.233.603	652.567	330.888	122	67.295,0
SEGOVIA	694.890	327.424	193.984	270	116.408,0
SORIA	1.028.703	632.923	353.581	339	169.778,1
VALLADOLID	814.961	150.366	111.600	141	45.354,0
ZAMORA	1.055.900	458.696	177.295	206	78.797,0
TOTAL	9.401.033	4.516.385	2.107.059	3.146	1.649.513,1

La superficie forestal de la Comunidad es de aproximadamente 4.500.000 Has. que representan el 50% de la superficie geográfica de la región. Las masas arboladas rebasan los 2 millones de Has., de las cuales en más de 1 millón de Has. la gestión técnica corresponde a la Administración Forestal, bien por tratarse de U.P., bien por ser montes propios de la Comunidad o bien por ser montes consorciados o con convenio.

La superficie total arbolada, y por tanto necesaria de vigilar, vuelve a ser la mayor de todas las Comunidades Autónomas, pero no es esta cifra la más significativa, sino la de sus 3.136 montes de U.P. propiedad de los Ayuntamientos que totalizan una superficie forestal superior a 1.650.000 Has. No hay entre todas las Comunidades Autónomas ninguna que sobrepase las 600.000 Has. de montes municipales de U.P., es decir, la tercera parte que la que gestiona la Junta de Castilla y León.

Pero nuestros Ayuntamientos se encuentran en clara regresión económica y humana. Dos simples datos reflejan esta realidad. Uno, el número de municipios con menos de 1.000 habitantes, representan el 87% de todos los municipios de la región. Dos, en el período de 30 años (1.961-1991) el porcentaje de Ayuntamientos con menos de 100 habitantes ha pasado del 1,5% al 19%.

Estos hechos condicionan toda la estrategia de la lucha contra los incendios, por lo que cualquier medida que no tenga en cuenta estas circunstancias estará condenada de antemano al fracaso.

## II.- EVOLUCIÓN DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN CASTILLA Y LEÓN

En los cuadros y gráficos adjuntos se presentan los datos más característicos de los incendios en el último decenio (1.986-1.995). Se ha reseñado las medias anuales de cada quinquenio con objeto de facilitar el estudio de su evolución en el tiempo. Se complementa con los datos acumulados de los diez últimos años.

## DATOS ESTADÍSTICOS DE INCENDIOS ÚLTIMO DECENIO (1986-1995)

PROVINCIA	PRIMER QUINQUENIO (86-90)				SEGUNDO QUINQUENIO (91-95)				ULTIMO DECENIO	
	(Datos medios anuales)				(Datos medios anuales)				(Datos acumulados)	
	Nº inc.	Sup. Arb.	I. Agresividad	I. Gravedad	Nº inc.	Sup. Arb.	I. Agresividad	I. Gravedad	Nº inc.	Sup. Arb.
AVILA	227	2.251,0	14,2	10,0	208	676,0	4,3	3,3	2.173	14.637,7
BURGOS	145	929,0	2,4	2,4	135	339,0	0,9	2,5	1.400	6.340,2
LEON	829	3.681,0	13,7	5,8	581	2.343,0	8,7	4,0	6.051	30.118,5
PALENCIA	187	263,0	2,2	1,4	94	233,0	2,0	2,5	1.404	2.480,2
SALAMANCA	163	4.063,0	12,3	24,9	150	859,0	2,6	5,7	1.566	24.611,2
SEGOVIA	76	198,0	1,0	2,6	68	56,0	0,3	0,8	723	1.270,7
SORIA	49	171,0	0,5	3,5	55	163,0	0,5	3,0	519	1.668,4
VALLADOLID	115	96,0	0,9	0,8	82	68,0	0,6	0,8	983	819,8
ZAMORA	372	2.259,0	12,7	6,1	420	1.944,0	11,0	4,6	3.959	21.016,0
TOTAL	1.963	13.911,0	6,7	6,4	1.793,0	6.681,0	3,4	3,0	18.778	102.962,7

Se han incluido dos índices: Índice de Agresividad, que representa el número de Has. arboladas quemadas por cada mil existentes y el Índice de Gravedad, que representa la superficie media arbolada por incendio.

Destaca en primer lugar el descenso espectacular de superficie arbolada quemada anualmente. De las 14.378 Has. y 19.927 Has. quemadas en los años 1.986 y 1.989 se ha pasado a las 2.800 Has. de 1.993 y 4.630 de 1.994. La medida de los últimos cinco años es prácticamente la mitad de la anterior quinquenio (de 13.900 Has anuales a 6.681 Has). Simultáneamente y en la misma proporción ha descendido la dimensión media del incendio (de 7,1 Has. a 3,7 Has.), así como el índice de agresividad que se sitúa en el último quinquenio en 3,2.

El número de incendios anual permanece prácticamente estable en todo el decenio, pudiendo, en todo caso, observarse una ligera tendencia a la baja (de 1.963 a 1.793 en el último quinquenio). Bajar esta cifra es sin duda el principal reto para los próximos años.

## CUADRO GENERAL DE MEDIOS HUMANOS, MECÁNICOS Y AÉREOS

PROVINCIA	VIGILANCIA		MEDIOS HUMANOS		MEDIOS MECANICOS		MEDIOS AEREOS	
	Nº SERVIDORES	Nº VEHICULOS PUBLICOS	Nº VEHICULOS DE EMERGENCIA	Nº VEHICULOS DE EMERGENCIA	Nº MAQUINARIAS FIJAS	Nº MOTOCICLOS	Nº AVIONES	Nº HELICOPTEROS
AVILA	16	3	27	1	1	23	2	2
BURGOS	30	9	16	2	-	10	1	2
LEON	19	9	14	4	2	14	1	4
PALENCIA	14	6	11	1	2	6	1	1
SALAMANCA	13	1	13	2	1	9	3	2
SEGOVIA	28	14	6	1	-	5	-	1
SORIA	33	7	7	1	1	8	1	1
VALLADOLID	13	5	4	-	-	5	1	1
ZAMORA	19	8	6	2	2	9	2	2
TOTAL	185	62	104	14	9	99	12	16

### RECURSOS HUMANOS:

INGENIEROS	110
AGENTES FORESTALES	850
FIJOS-DISCONTINUOS	1.100
TRABAJADORES DE EMPRESAS	1.200

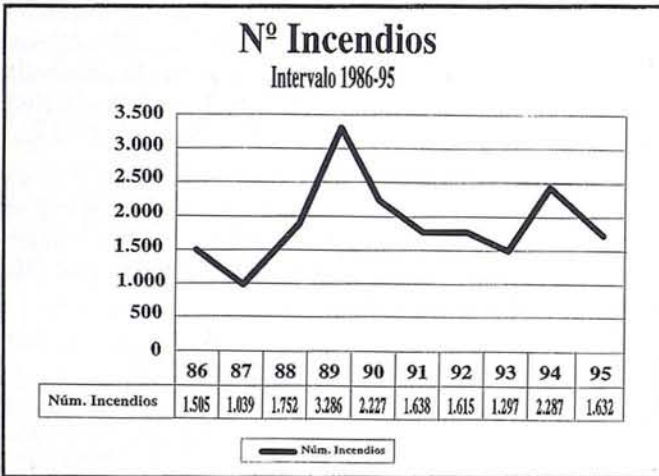
Las provincias situadas al oeste de la Comunidad, León, Zamora y Salamanca, presentan todos los años los peores resultados de la Comunidad, tanto en número de incendios como en superficie quemada. Entre las tres provincias se acumulan el 85% de daños de toda la Comunidad Sobresale León, que representa, ella sola, el 32% del número de incendios de toda la región y la baja espectacular de Salamanca en los últimos años (de 4.063 Has. del primer quinquenio a 859 en el segundo). Estos malos resultados se deben principalmente



te a causas estrictamente socio-culturales, junto a una larga tradición de quemas, la bajísima rentabilidad de sus montes hace que la población no se sienta en modo alguno ligada al monte. El paro y la búsqueda de un salario incide negativamente en estas provincias.

Por el contrario, las provincias de Segovia, Soria y Valladolid son las que presentan mejores resultados y en las cuales, prácticamente, no hay incendios. Los daños sufridos entre las tres provincias apenas alcanzan el 3,5% de toda la Comunidad. Ello se debe en las dos primeras provincias al estado en producción de sus montes y a la tradición silvícola de su población rural. En Valladolid, la mayor parte de sus masas, tanto de P.pinea como de P.pinaster se encuentran situadas en terrenos ondulados, de fácil acceso, con escaso matorral y con producción rentable hasta hace muy pocos años de piña y resina.

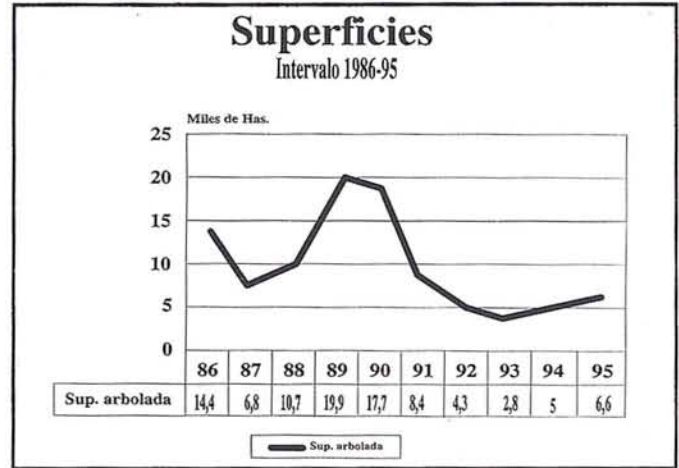
Burgos y Palencia presentan resultados intermedios, teniendo en las mismas una influencia decisiva, sobre todo en Burgos, las quemas de primavera para la obtención de pastos.



Finalmente, Ávila es la provincia que debido a la estructura continua de sus masas arboladas, al clima extremadamente seco y caluroso en verano y a la presión demográfica de los excursionistas, e incluso, a la mayor frecuencia de tormentas, presenta una estadística en dientes de sierra. Frente a una serie de años con resultados aceptables se intercalan años catastróficos. En 1.986 el incendio en Pedro Bernardo contribuyó a que se alcanzasen las 7.700 Has. En el año 1.995 se rebasaron, debido al incendio en el Valle de Iruelas, las 2.000 Has.

Hemos puesto de manifiesto la diferencia entre las distintas provincias. Más diferencias hay aún entre unas comarcas y otras de la misma provincia, pues los incendios se producen siempre en los mismos sitios y parajes. Los incendios no están distribuidos al azar. Así, como los datos estadísticos del quinquenio 89-94, nos encontramos que 25 municipios de Ávila proporcionan el 65% de los incendios de la provincia. En Burgos sólo 9 municipios acumulan el 40% de los incendios y en León 25 municipios totalizan el 60% de los incendios de dicha provincia.

Finalmente, queremos hacer una observación. El índice de agresividad en el último quinquenio ha sido 3,4 es decir, anualmente se queman 3,4 Has. arboladas por cada 1.000 existentes. Si tomamos esta cifra como referencia y se tiene en cuenta que más de 50% destruido se regenera naturalmente, se necesitarían, al ritmo actual, 450 años para que el Patrimonio Forestal quedase reducido al 50%.



Por otra parte, las repoblaciones artificiales que se han efectuado en la Comunidad, bien por la propia Administración, bien por los particulares, o bien por el Plan de Reforestación de Tierras Agrarias, en el último decenio, ha alcanzado la cantidad de 134,184 Has., cifra superior a todo lo destruido por los incendios.

En consecuencia, existen un balance vegetativo positivo y hablar de "inminente desertización" es pura demagogia catastrofista.

### III.- CAUSAS Y RIESGOS DE INCENDIOS

Los incendios ni son de hoy, ni exclusivos de España. Basta revisar las estadísticas de incendios, no sólo de los países de la cuenca del Mediterránea, sino de países tan alejados de nosotros como EE.UU, Canadá, Australia o Chile, para comprobar la falsedad de dicha teoría. Los incendios han existido siempre. El Fuero Juzgo ya contenía la regulación del uso del fuego en el monte.

Son muy numerosos los estudios sobre las motivaciones o causas de los incendios, y mucho más diversas y, a veces, contradictorias son las conclusiones obtenidas. Es natural que ello suceda porque las causas son diferentes, ya no de una Comunidad Autónoma a otra, sino simplemente de una comarca forestal a otra contigua.

Sin embargo, hay una conclusión común a todos estos estudios. Exceptuando un 5-10% debido a causas naturales, el resto, es decir, el 90% de los incendios son debidos a las actuaciones del hombre negligente o intencionado inicia el fuego.



Una de las causas a las que falsamente se atribuyen es el clima mediterráneo existente en grandes áreas de nuestro país. Error de principio. Las condiciones meteorológicas favorecen su propagación, pero no lo inician, basta comprobar la estadística de distribución mensual de incendios en algunas de nuestras provincias (León, Burgos y Palencia) donde el número de incendios en febrero-marzo, son incluso superior al de la temporada estival.

Otra de las causas barajadas insistentemente por la opinión pública es la especulación de los terrenos afectados por el fuego para su utilización urbanística. En Castilla y León esta causa no se conoce. De los 18.778 incendios acaecidos durante los últimos 10 años, ni a uno solo se le atribuye esta causa. Para el terreno raso ancha es Castilla.

Es corriente hablar de Índices de Peligro de Incendios y asociar este índice a la vegetación que sustenta el monte. Es un típico tópico mantener que las frondosas, o las especies autóctonas, -que se meten en el mismo saco- no arden. Caracterizar la combustibilidad de un monte por las especies, o mucho más por su origen, es un enfoque totalmente erróneo. Nada hay más autóctono que los pastizales y matorrales existentes en nuestros montes y presentan superficies quemadas muy superiores al conjunto de todas las especies arbóreas.

En cuanto a los incendios de resinosas, podemos decir que es falso sustentar la idea de que **los montes de resinosas no producen porque se queman**, sino que, ocurre todo lo contrario: **Se queman porque no producen**. Los pinos de Segovia o Soria no tiene características especiales que los haga más ignífugos que los de León o Salamanca, en ambos casos, es evidente que su resistencia al fuego es la misma, lo que ocurre es que los montes de Segovia o Soria están en producción y en las otras dos provincias citadas, se ha roto el ciclo de producción.

Todos los estudios demuestran que todas las especies arden cuando se dan las circunstancias adecuadas y que la propagación de fuego en razón del combustible depende, esencialmente, de la estructura espacial de la vegetación y no de la especie.

Yo entiendo que habría que hablar de "Poblaciones de Riesgo" pero no referidas a Poblaciones Vegetales, sino a



"Poblaciones Humanas", a "Grupos Humanos de Riesgo". Si el fuego lo inicia el hombre, ésta es la causa primigenia y primordial del incendio y así podemos decir que son Poblaciones de Riesgo y en este orden: pastores, ganaderos, agricultores, trabajadores agrícolas o forestales y excursionistas. A esta lista habría que añadir, actualmente, parados que buscan empleo y que no me atrevo a situar ponderadamente en la lista.

Pero estos grupos humanos residentes, casi en su totalidad, en el mundo rural, no son pirómanos por sí, sino en contadas ocasiones y a título individual. Son gente normal y corriente, pero que, o bien no perciben los beneficios procedentes del monte o, en segundo término van buscando el beneficio inmediato y tangible que produce el incendio.

No deja de ser peligroso que por razones que se escapan del ámbito existente, hoy día, muchos hogares que estén esperando el primer incendio para que llegue un salario a casa.

El hecho de que el número de incendios permanezca inalterable, hace pensar que es necesario profundizar en el estudio de las causas de los incendios y encauzar prioritariamente la estrategia de prevención a disminuir dicho número.

#### IV.- ESTRATEGIA DE LA JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN EN LA LUCHA CONTRA LOS INCENDIOS FORESTALES

Los principios básicos que la Junta de Castilla y León ha asumido para diseñar su estrategia de lucha contra los incendios forestales son los siguientes:

- 1º.- El fuego que más pronto se apaga es aquel que no se produce (Campañas educativas).
- 2º.- La pronta atención a los conatos es la base de la extinción (comercialización, Helicópteros de brigadas).





- 3º.- El incendio es un "accidente" (no montar brigadas que "esperen" el incendio, sino que trabajen en el monte cuando se produzcan).
- 4º.- Estas brigadas pueden y deben ser realizadas por la iniciativa privada, contratadas para trabajos selvícolas.
- 5º.- Un incendio no puede producir beneficios a nadie. Ni propietarios, ni ganaderos, ni trabajadores pueden obtener beneficios del incendio.
- 6º.- Es esencial contar con la participación de las Entidades Locales y Mancomunidades en la lucha contra los incendios forestales.

Tradicionalmente la estrategia se articula en Programa de Detección, Programa de Extinción y Programa de Prevención.

El Programa de Detección se basa esencialmente en 179 torretas o puestos de vigilancia, atendidos con medios humanos.

El Programa de Extinción está formado por 166 cuadrillas de 8-9 obreros dotados de equipo de telecomunicaciones, vehículo de 9 plazas, batefuegos, etc. De ellos 62 están formados por Fijos-discontinuos y 104 por cuadrillas de empresas controladas para trabajos selvícolas, pero que están debidamente equipadas para atender, fuera del precio de contrata, la extinción cuando el siniestro se presenta. El parque de maquinaria está compuesto por 89 motobombas, 9 bulldozer, 12 aviones y 16 helicópteros.

El Programa de Prevención debe considerarse como la parte más importante y esencial de la estrategia global de la lucha contra los incendios. Todas las medidas preventivas van encaminadas a dos objetivos: que el fuego no se produzca y que en caso de producirse, no se propague.

El primer objeto es, sin duda, el más importante y por desgracia el más difícil de alcanzar, ya que no depende directamente de la Administración, sino del comportamiento de los ciudadanos.

El esfuerzo en este sentido ha sido continuo, buscando no sólo la concienciación de los ciudadanos, sino involucrar a todos los estamentos sociales y administrativos. Así, se ha realizado una campaña publicitaria en radio, prensa y T.V., reuniones con Ayuntamientos, Diputaciones, Organizaciones Agrarias (ASAJA y COAG), Comandancias de la Guardia Civil, Fiscalías Provinciales, etc.

Para la consecución del segundo objetivo, es decir, para dificultar la propagación del fuego, se ha diseñado una comarcalización de las zonas de peligro y una programación de áreas cortafuegos, complementada con unas vías de penetración que faciliten el acceso de las cuadrillas. Frente a la falacia de que es preciso limpiar todos los montes, se hace necesario indicar que esta simplificación ni es posible, ni mucho menos conveniente. Quien propugna la desaparición de sotobosque y matorral de nuestros montes sí está propiciando la desertización y deforestación de nuestro país.

## V.- UN PROBLEMA PENDIENTE S.I.G.I. (SISTEMA INFORMÁTICO GEOGRÁFICO INTEGRAL)

La irrupción de la informática en la Administración ha sido espectacular. El funcionario, que por su propia idiosincrasia ha sido siempre reacio a cualquier innovación, se ha rendido a la informática. Descubrió que es una herramienta que le permitía arrinconar, tanto la máquina de escribir como los archivos o la búsqueda de datos para realizar un informe. El primer asalto se ha ganado.

En la actualidad cada unidad de gestión forestal maneja su propia base de datos, normalmente alfanumérica (subvenciones, denuncias, convenios, repoblaciones, incendios, etc.), pero todas ellas inciden sobre el mismo territorio y sobre los mismos montes. Parece que ya es hora de mantener una base de datos unificada a la que puedan acceder todos los Servicios, es más, se hace necesario y urgente la georreferencia de dichos datos en un Sistema Informático Geográfico Integral que permita planificar y gestionar de un modo integral todo el Patrimonio Forestal.

También existe en el mercado diversos programas sobre comportamiento y simulación del fuego que no han tenido todavía una clara aceptación, sin duda alguna porque al no disponer, en general, de este S.I.G.I. los hacen inoperativos en la práctica.

Es evidente que urge formar a nivel autonómico el S.I.G.I. que permita:

- 1º.- **Diseñar una política de prevención adecuada:** La representación gráfica del terreno con sus modelos de combustible, vías de acceso, estado de cortafuegos, de medios de extinción, etc. se hace cada vez más apremiante para una organización preventiva eficaz.
- 2º.- **Contar con un sistema de emergencia informático** de modo que la respuesta a un conato sea automática. El incendio forestal es por definición dinámico, se mueve en el espacio, en contraposición con el urbano, en general, estático o con escasa velocidad de propagación. Cualquier retraso en tomar decisiones es de funestas consecuencias. El aviso a las primeras cuadrillas, helicópteros y demás medidas debe ser instantáneo.
- 3º.- **Una planificación de dirección de grandes incendios:** No parece congruente intentar crear el Centro de Coordinación Operativa Regional (CECOP) que establece la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil de Emergencia por Incendios Forestales, sin que dicho centro posea un S.I.G.I. de todo el territorio.



# EL MEJOR MONITOR DE 21" POR MAYORÍA ABSOLUTA.



CON OPTICLEAR, OSM,  
DPMS Y PLUG & PLAY.

Llega lo último en monitores profesionales de alta calidad. Llegan los nuevos NEC MultiSync XE21 y XP21. Dotados con tecnología de última generación NEC. Preparados para abrir un nuevo camino hacia la perfección. Llamados a ser, sin duda, la herramienta ideal para ingenieros, arquitectos, diseñadores gráficos y expertos en autoedición. Su sistema Opticlear le permitirá trabajar durante horas reduciendo al mínimo la fatiga ocular y disfrutando de una incomparable calidad de imagen. Gracias al sistema OSM (On Screen Manager) dispondrá de hasta 74 menús en pantalla para controlar en todo momento las funciones del monitor de forma automática. Su sistema de gestión de consumo de pantalla (DPMS) le ahorrará energía de la forma más inteligente. Además, su sistema Plug & Play le permitirá configurarlo con sólo conectarlo a los periféricos.

	XE21	XP21
Frecuencia Horizontal	31-69 KHz.	31-89 KHz.
Resolución Máxima	1280 x 1024	1600 x 1200

Sólo el constante compromiso tecnológico de NEC ha hecho posible que el MultiSync XE21 haya sido reconocido como el mejor monitor de 21" por una prestigiosa publicación como BYTE. Por mayoría absoluta. Pídanos más información en el teléfono (91) 650 13 13.



**NEC**



# **IberGIS ESTÉREO**

***Tecnología Española para el Estudio  
y Gestión del Territorio mediante  
Sistemas Estereoscópicos  
totalmente Digitales***



**INVESTIGACIONES CIBERNÉTICAS S.A.**

Corporación IBV



## Características de operación

El avanzado sistema de visión estereoscópica, con conmutador en la propia pantalla y gafas ligeras de polarización circular, proporciona un grado incomparable de comodidad, lo que permite largos períodos de utilización sin fatiga. Está totalmente libre de efectos de parpadeo debido a fuentes de luz no sincronizadas, por lo que los usuarios pueden estar cerca de otras pantallas y utilizar iluminación ambiente normal.

El sistema se entrega listo para su utilización por varias personas simultáneamente. Se incluyen varios pares de gafas y suplementos para los usuarios de gafas graduadas.

Se ha sido muy cuidadoso con la ergonomía y la comodidad de operación: la doble pantalla, una para control y otra dedicada por completo al modelo estereoscópico, el avanzado sistema estéreo, los controles por ratón y trackball ajustables en sensibilidad y la automatización de muchas funciones programables proporcionan un entorno amigable con el operador que se traduce en alta calidad y productividad.

## Características técnicas

- \* Restitución, con las siguientes mejoras y ayudas a la productividad:  
Modo verdaderamente interactivo, con superposición de la cartografía en 3D sobre el modelo estéreo.  
Orientación automatizada.  
Verificación y control de calidad instantáneo.  
Control y actualización de cartografía existente.  
Seguimiento automático en eje Z.  
Curvado automático.  
Generación automática de perfiles.
- \* Aerotriangulación:  
Toma de puntos de paso en modo manual y automático, por correlación.  
Algoritmo de ajuste por bloques, con:
  - Muy buena detección de puntos erróneos.
  - Necesidad de muy pocos puntos de apoyo.
- \* Modelos Digitales del Terreno:  
Generación automática, directamente de los pares.  
Visualización por MDTs en 3D sobre el par estéreo, con editor interactivo.
- \* Ortofotos:  
Generación de ortofotos digitales.  
Generación de mosaicos con correcciones y equalizaciones.
- \* Perspectivas:  
Generación de secuencias formando trayectorias.  
Posibilidad de salidas de calidad fotográfica en papel y secuencias en vídeo.

## Aplicaciones

- \* Ingeniería: Aplicaciones de explotación y control de calidad para la elaboración de:
  - Proyectos de obras lineales:  
Carreteras, Ferrocarriles, Redes eléctricas, Gasoductos, Perfiles, Movimientos de tierras, Expropiaciones, Estudios de impacto ambiental.
  - Proyectos de recursos hidrográficos.
  - Puertos y costas.
  - Equipamiento e infraestructuras.
- \* Defensa: Aplicaciones de producción y explotación de información geográfica en la elaboración de:

- Cartografía militar.
- Mission Planning.
- Simuladores de vuelo.
- Inteligencia militar.

\* Administración pública:

\* Municipal:

Como herramienta de gestión de recursos territoriales locales.

Mobiliario urbano, Población, Urbanismo, Topografía, Catastro, Infraestructuras, Gestión de obras, Cartografía temática.

Autonómica:

Gestión de grandes extensiones de territorio.

Ordenación y gestión territorial, Infraestructuras, Urbanismo y Medio Ambiente, Protección civil, Prevención y combate de incendios, Asistencia social y sanitaria, Recaudación.

Central:

Mantenimiento de la cartografía base, Catastro.

Inventarios y censos de recursos naturales:

Aplicaciones de formación de sistemas de información geográfica, basados en tecnologías de imágenes para la elaboración de:

- Registros agroforestales.
- Inventarios geomíneros.

Cartografía:

Herramientas digitales para la elaboración, producción, control de calidad y edición de:

Ortofotomapas y mosaicos de imágenes digitales, Modelos digitales, Modelos digitales del territorio, Trabajos fotogramétricos, Cartografía temática, Control de calidad cartográfica y actualización.

Medio ambiente:

Herramienta auxiliar de visualización en el análisis, estudio y gestión del territorio en los aspectos de:

- Estudios de impacto ambiental.
- Impacto visual (perspectivas), Impacto de contaminantes atmosféricos.
- Lucha contra incendios.

Aplicaciones especiales para la elaboración y explotación de información que precisan de localización espacial.

Cuerpos de seguridad del estado:

- Dispositivos de acción inmediata.

Transportes:

- Control de tráfico.
- Diseño y planificación de rutas.
- Dispatching.

Sanidad:

- Análisis demográfico.
- Equipamiento sanitario.

Análisis y prospectiva:

- Censos y mapas demográficos.
- Mapas electorales.
- Estudios de mercado.
- Planes de marketing.

Aplicaciones varias.

Telecomunicaciones:

- Cobertura radioeléctrica.
- Trazado de líneas.

Centro docentes:

- Tesis y proyectos de investigación.
- Estudios del territorio.
- Aplicaciones didácticas.



## Aplicaciones de la informática para el combate de incendios forestales en la Comunidad de Madrid

Miguel Ángel Beltrán Gallardo.

Cuerpo Bomberos de la Comunidad de Madrid.

La informática llega también a los incendios forestales. El proyecto PIROMACOS subvencionado por la CEE y el Ministerio de Industria CDTI, y desarrollado por empresas privadas en colaboración con la escuela de Ingenieros de Montes de Madrid, es un avanzado sistema que incorpora las técnicas informáticas a la lucha contra incendios forestales. La integración bajo un mismo sistema de todos los elementos que intervienen en un incendio y la inmediatez en los análisis de situación en base a la valoración de los mismos, son las aportaciones más relevantes cualitativamente del nuevo sistema.



La Dirección General de Protección Ciudadana de la Comunidad de Madrid, pionera una vez más en nuevas técnicas, ensaya durante estos meses el nuevo programa en busca de avances significativos en la lucha contra incendios en una región de aspectos tan complejos y con problemas tan particulares en este campo como es la madrileña.

El programa informático integra en todo momento cualquier medio de combate dentro de un mismo sistema. Así, el profesional puede conocer en todo momento la localización exacta del incendio, a la vez que dispone de todo un caudal informativo de importancia vital para la toma de decisiones correctas en tan sólo unos segundos, como las situa-



ciones de emergencia requiere. PIROMACOS facilita, de forma instantánea, y una vez localizado con precisión el lugar del suceso, datos tan valiosos como vía de comunicación, localización de los puntos de agua, ubicación de ríos, núcleos de población o parajes de interés entre otros.

Concentrada toda la información necesaria, incluso también la de carácter secundario, en un sólo punto, el control de la situación es máximo y, en consecuencia, la toma de decisiones se agiliza y, lo que es más importante, reduce considerablemente los márgenes de error en la operatividad. El sistema ofrece, de forma instantánea, datos de suma importancia para las operaciones, tales como rutas críticas que faciliten el acceso de los efectivos a los pun-



tos conflictivos; fidedigno e instantáneo conocimiento de los estados de los medios; rendimiento de cada una de las operaciones; y posibilidades diversas de actuación.

Una vez declarado el incendio, el programa consigue, previa introducción de los parámetros meteorológicos necesarios, una descripción exacta e instantánea de la previsión de desarrollo del incendio en una extensión de terreno

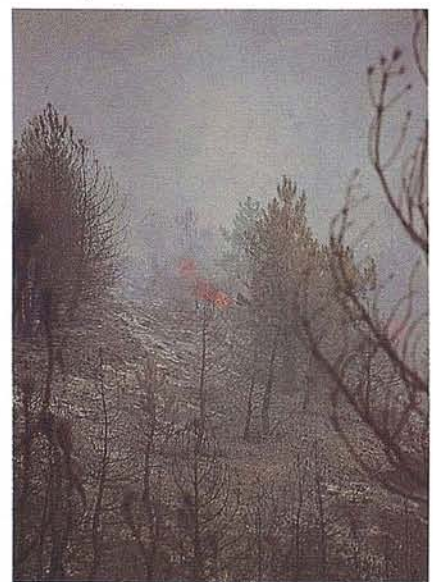
considerable, de manera que hace posible una anticipación de las medidas operativas y la asignación de medios de combate contra el propio desarrollo del incidente. Se puede evitar, por tanto, que el incendio alcance magnitudes importantes o que llegue a zonas de mayor riesgo, con lo que la superficie quemada



o, en su defecto, el valor de lo arrasado, debe ser mínimo.

PIROMACOS, por otra parte, incluye entre sus posibilidades la creación de simulaciones de alta fiabilidad, adelantándose de lleno en el campo de la prevención, tanto o más importante en la actualidad que la misma lucha contra incendios, con lo que de avance positivo supone especialmente para los profesionales de la lucha contra incendios.

Cualquier situación puede ser reproducida, combinando de la manera más





dispar cualquier tipo de combustibles, orografía, topografía, meteorología, medios disponibles, variadas técnicas de combate y cualquier otra incidencia posible por peculiar que pueda resultar.

La simulación reproduce en visión tridimensional el terreno real; observa y analiza cualquier tipo de acción propuesta para el hipotético caso, y valora, en tiempo real, las consecuencias de las mismas, tanto en sus aspectos positivos como en los negativos. La posibilidad es, por tanto, un perfecto instrumento de preparación y adiestramiento de los técnicos, ya que permite el estudio de las múltiples posibilidades de acción, a la vez que elimina los riesgos propios de las simulaciones reales. Asimismo, la simulación permite la repetición o rectificación de operaciones ante un mismo incendio sin necesidad, por tanto, de una mayor inversión económica para materiales en múltiples ensayos.

Por último, PIROMACOS ofrece la posibilidad de una previa asignación

óptima de medios, con especificación de emplazamiento y características, lo que supone una medida previsoras ante una posible eventualidad. Para ello no se requiere más que una adecuada alimentación del sistema con los datos obtenidos en la elaboración de muestreos adecuados sobre distintas hipótesis de incendios y de riesgos.

El nuevo sistema, en definitiva, ofrece la posibilidad de particularizar cada caso, cada incendio en función de las decenas de variables que en su desarrollo pueden actuar, y en consecuencia es determinante en la toma de decisiones concretas y únicamente aplicables a ese caso en concreto, a lo que hay que añadir, como elemento positivo, la inmediatez y la precisión en la disponibilidad de datos críticos en una actuación.

Las posibilidades que este nuevo programa ofrece para la lucha contra los incendios forestales en la Comunidad de Madrid son múltiples y variadas, pero sobre todo lo que se busca en su

aplicación es una visión singular del problema de los incendios forestales en nuestro territorio.

La realidad de Madrid es difícilmente comparable con otras provincias. Sus 400.000 hectáreas de superficie forestal "soportan" agresiones de factor humano de una superpoblación de más de cinco millones de habitantes, situación que no se registra en otros puntos. La expansión de la urbe, su proximidad con masas arbóreas, la abundancia en ámbitos rurales con urbanizaciones y segundas residencias o la masificación de las redes viarias, entre otros factores, determinan una variación de riesgos y, por tanto, una multiplicidad de necesidades y posibles tipos de actuaciones ante un incendio. Lo que se espera de PIROMACOS es el análisis concreto de cada caso, de cada posibilidad, de cada simulación con las mínimas posibilidades de error y las máximas garantías de prevenir, o en su caso combatir cada incendio con los medios idóneos para sus características.



# RUCOMA, S.A.



## CARTOGRAFIA

### PUBLICACIONES

### CARTOGRAFIA INFORMATIZADA

### PROYECTOS

### LABORATORIO TECNICO FOTOGRAFICO

### MAPAS EN RELIEVE

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



# EL SERVICIO INTEGRAL FORESTAL AL SERVICIO DE LA GESTION DEL MEDIO AMBIENTE

Serafín Ros Orta.  
Medio Ambiente EULEN,  
S.A.

## 1. INTRODUCCION

Para cualquier responsable de la planificación forestal, el factor fuego es fundamental. Durante los últimos años, España viene padeciendo el azote de los incendios forestales con una intensidad y frecuencia difícilmente superables. Se han alcanzado cotas importantes, tanto en el número de incendios como en la superficie quemada.

Las consecuencias son evidentes:

- Pérdidas **tangibles** en productos primarios.
- Pérdidas **intangibles** en beneficios medioambientales.
- Efectos tan catastróficos como las pérdidas de vidas humanas.

Desde hace varios años, el GRUPO EULEN, a través de su División de Medio Ambiente, se muestra especialmente sensibilizado por los problemas planteados en este sector y, como consecuencia, ha puesto un especial interés en conseguir una solución para los mismos. Esta experiencia pone de manifiesto que al analizar, en profundidad, desde esta perspectiva, no sólo los efectos, sino las

consecuencias del origen y las actuaciones para amortiguar y extinguir los incendios, se llega a la conclusión de que esta importante labor no se debe limitar a programar las campañas anuales con los sistemas tradicionales, diseñando unas brigadas y unos retenes con sus medios para un período de actuación.

Es imprescindible, avanzar mucho más hacia una gestión racionalizada. Es necesario tener puesto el pensamiento en un servicio integral que incluya, no solo los medios de extinción sino, además, todos los trabajos relacionados con el monte como son las repoblaciones forestales, tratamientos selvícolas, construcción de cortafuegos, pistas forestales, etc. Porque todos estos trabajos integrados afectan a la prevención y, por consiguiente, disminuyen el riesgo de incendios.

Mediante la implantación de una formación continua, se puede conseguir una mejor optimización de los recursos, con una mayor profesionalización de las plantillas.

Esto es lo que EULEN, ha denominado como SERVICIO INTEGRAL FORESTAL (SIF). Se define como un conjunto de medios humanos, técnicos y organizativos que, basándose en datos recibidos del entorno-estudios de riesgos, vegetación, orografía, grado de combustibilidad del material vegetal, recursos, climatología, etc.-y trabajos con criterios de gestión, permiten adecuar los medios humanos a la prevención de los riesgos en entornos naturales- tratamientos selvícolas, repoblaciones forestales, etc.- y la optimización de todos los recursos disponibles, incluso en caso de emergencia.

Una buena gestión de los recursos y la optimización de los mismos requiere de un sistema informático. Por este motivo, EULEN, a través de su Departamento I+D, ha investigado, tanto dentro como fuera de España, los sistemas informáticos existentes y su conclusión ha sido que la solución adecuada para las necesidades del SIF es el sistema PIROMACOS, desarrollado por la Empresa ICI (Corporación IBV).

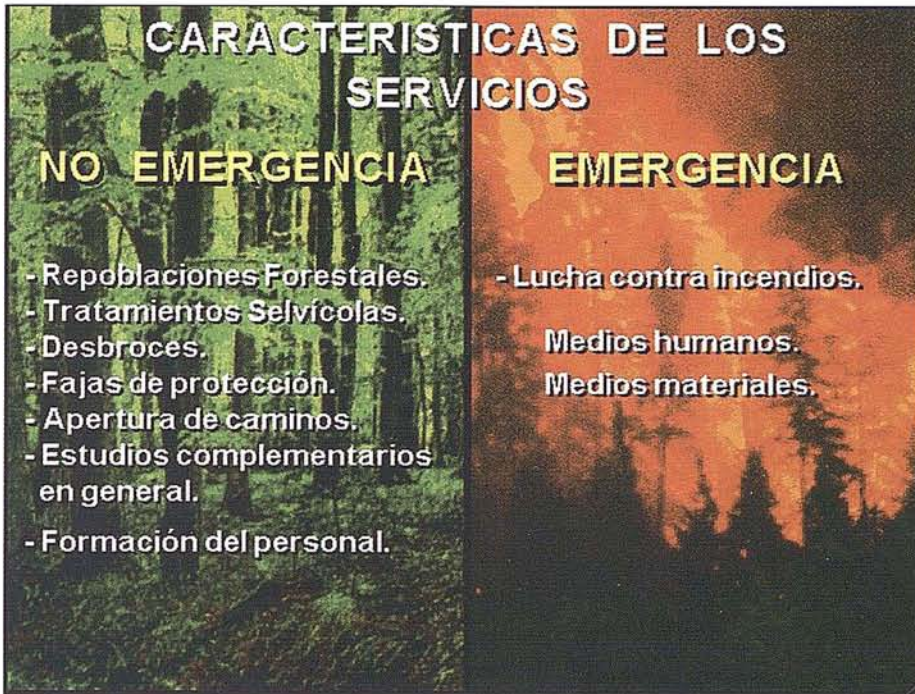
Ambas empresas consideraron que la acción conjunta entre dos entidades solventes y especializadas-aparte de ser líderes a nivel nacional en sus respectivos sectores-, permite dar una solución para la gestión racionalizada del medio natural.

Por una parte, EULEN, es la empresa líder en Servicios Intensivos en Mano de Obra y, a través de su División de Medio Ambiente, posee gran experiencia en la lucha contra incendios forestales así como en el desarrollo de trabajos relacionados con los montes como son las repoblaciones, los tratamientos selvícolas, etc.

Por otro lado, ICI, S.A. es la empresa líder en España en Servicios de Información Geográfica y aporta las aplicaciones informáticas básicas del SIF. El Servicio Integral Forestal (SIF) permite planificar los







trabajos durante todo el año, con criterios de gestión más acertados y desarrollar los mismo con una plantilla continua también a lo largo del año. De esta forma, se hace posible planificar y desarrollar una formación continua y especializada.

## 2. CARACTERÍSTICAS DE LOS SERVICIOS

El SIF contempla el desarrollo de servicios con los recursos disponibles y, como se ha indicado anteriormente, se optimizan en su gestión con el sistema informático PIROMACOS. Los servicios que se prestan son diferentes y dependen de que se desarrollen en estado de emergencia o de no emergencia.

### a) En estado de NO EMERGENCIA

- \* Repoblaciones forestales.
- \* Tratamientos selvícolas.
- \* Desbroces en general.
- \* Fajas de protección.
- \* Apertura de caminos.
- \* Estudios complementarios.
- \* Formación de personal.

### b) En estado de EMERGENCIA

- \* Lucha contra incendios.
- Medios humanos.

- Medios materiales.

Los medios del SIF se ponen a disposición para el caso de emergencia, planificado en esa época trabajos más llevaderos.

## 3. VENTAJAS DEL SISTEMA

Las ventajas de la implantación del servicio Integral Forestal, se advierten en tres aspectos, fundamentalmente: ecológicos, sociales y económicos. A continuación se relacionan los más destacados de cada uno de ellos.

### a) Ecológicas

Disminución:

- De la superficie quemada.
- Del impacto ambiental.
- De los agentes productores de riesgo.

Aumento:

- De aprovechamiento integral del bosque.
- De diversidad biológica.
- Del conocimiento general de la/s zona/s.

### b) Sociales

- Mayor profesionalización de las plantillas.
- Planificación y desarrollo de programas de formación continua.
- Incremento de la cultura profesional de los trabajadores.





- Menor riesgo de pérdidas de vidas humanas.
- Aumento de puestos de trabajo estable.
- Mayor tecnificación.
- Disminución de la problemática de los fijos discontinuos.

#### c) Económicas

- Aumento de rendimientos.
- Optimización de la gestión, en general y de los recursos en particular.
- Disminución de costes.
- Atracción hacia la inversión en recursos por parte de la empresa.

## 4. CONDICIONES DE DESARROLLO

La implantación y desarrollo del SIF en una determinada autonomía o cliente se ha de realizar por fases. En la primera de ellas se han de dar unas determinadas condiciones, como consecuencia de la inversión que supone el sistema información de gestión y la consolidación y continuidad de una pantalla. Estas condiciones de desarrollo se sustentan, básicamente, en el tiempo y en el ámbito geográfico, que determinarán su viabilidad económica.

En el tiempo, porque éste permite:

- Una amortización razonable de las inversiones previas.
- Una consolidación de plantilla.
- Una planificación y desarrollo de programas de formación.

Este plazo no debe ser inferior a tres años.

En el geográfico, porque permite:

- Elegir un ámbito de actuación para el inicio del SIF en la primera fase. Nuestra experiencia nos induce a recomendar la provincia como el ámbito geográfico idóneo.
- Adecuar el presupuesto económico mínimo que permita a la empresa la implantación del SIF asumiendo una amortización de las inversiones necesarias.

El importe no debe ser inferior al de las inversiones medias que se están haciendo hoy día por provincia.

Por lo tanto, con los mismos recursos económicos actuales, gestionados a través del SIF, se consigue la implantación del sistema informático de gestión con todas las ventajas que ello supone. Al mismo tiempo se desarrollan todos los trabajos que hoy se ejecutan pero con criterios más racionales.

## 5. CONCLUSIONES

La implantación del SIF, permite una gestión más racionalizada del medio natural: con el mismo nivel de inversiones actuales, se consigue optimizar los recursos y ganar en eficacia.

Esto se traduce básicamente en:

- El desarrollo de los trabajos, con criterios de disminución de riesgos de incendios.
- Disminución de riesgo de incendios en entornos naturales, ya que de forma preventiva permite la simulación.
- Optimización de todos los recursos, no solo en el desarrollo de los trabajos integrados en el SIF sino de los disponibles en el caso de emergencia de incendios.

## Sony amplia su gama de monitores lanzando cinco nuevos modelos dirigidos tanto al mercado doméstico como al profesional

Sony España anuncia la aparición de cinco nuevos modelos de monitores color Super Trinitron Digital Multiscan, dos de ellos de nueva gama y otros tres que sustituyen a modelos previos ya existentes, incorporando substanciales mejoras.

Esta nueva línea ofrece al usuario la posibilidad de elegir la tecnología Trinitron más adecuada a sus requerimientos ya sea por precio o por el tipo de uso que se le quiera dar al monitor, doméstico o profesional.

### Tecnología Trinitron de 15" a un precio muy atractivo: CPD-15SX

Después del éxito obtenido el pasado año con la presentación del Multiscan CPD-15SF1, lo que convirtió a Sony en el principal fabricante de monitores de 15" en Europa, se anuncia la introducción del monitor Multiscan CPD-15SX, un nuevo modelo de 15" que se añade a la familia Multiscan y que va dirigido fundamentalmente al mercado ofimático y doméstico. El nuevo CPD-15SX posee prácticamente las mismas prestaciones que los anteriores modelos de 15", pero con la ventaja adicional de tener un precio más asequible.

El CPD-15SX incorpora el tubo Super Trinitron con sistema de apertura de rejilla Super Fine Pitch que, con un tamaño de punto de 0.25 mm., proporciona un brillo, una definición y una pureza de color incomparables que se han convertido en el signo indiscutible de los monitores Trinitron de Sony.

### Sony SF: CPD-15SF2, CPD-17SF2 y CPD-20SF2

La nueva serie SF2 incorpora mejoras substanciales sobre la anterior SF y se compone de los modelos CPD-15SF2 y CPD-

17SF2 de 15" y 17" respectivamente. Además esta serie se amplía con un nuevo modelo de 20", el Multiscan CPS-20SF2. Toda la serie SF2 incorpora la funcionalidad plug & play y añade funciones en pantalla para facilitar el ajuste de todos los parámetros de control de imagen. Esta serie es ideal para trabajar en entornos multimedia.

### Una amplia pantalla para múltiples aplicaciones: CPD-20SE2

El Multiscan CPD-20SF2 incorpora todas las prestaciones de los modelos ya existentes de la serie SF2 en un monitor con pantalla de mayor formato y a un precio muy razonable dadas sus características.

Este nuevo monitor es ideal para aplicaciones basadas en entornos gráficos tales como CAD/CAM, diseño gráfico, autoedición, maquetación, retoque fotográfico o simplemente para aplicaciones ofimáticas que requieran un monitor de gran formato.

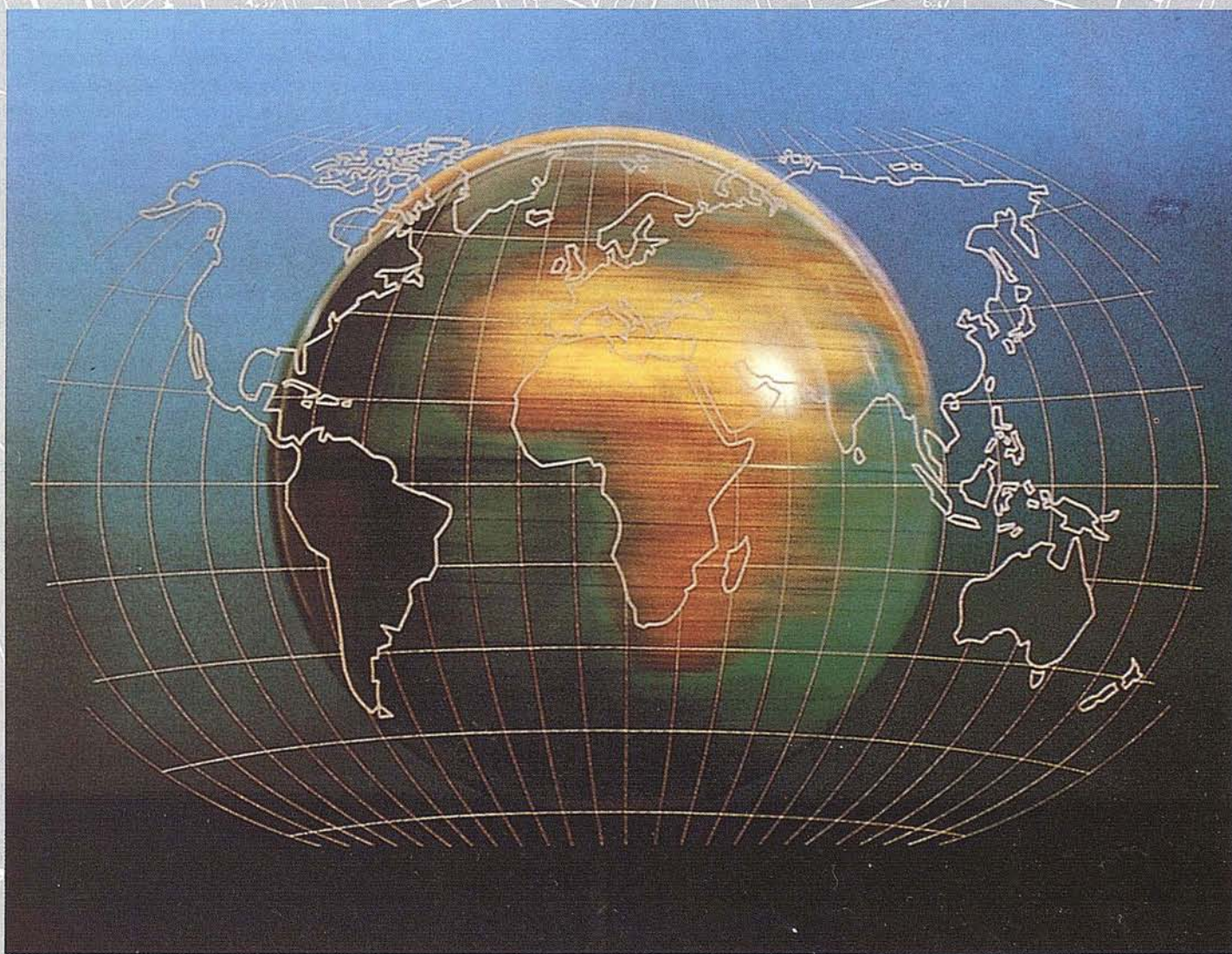
Aquellos usuarios que actualmente trabajan con un monitor de 17" y desean un monitor de mayor tamaño pero se retraen por su alto precio, con el Multiscan CPD-20SF2 obtendrán todas las ventajas de un 20" sin tener que recurrir a una alta inversión.

### Serie SE: GDM-17SE2

La serie SE ha sido actualizada con el modelo GDM-17SE2, un monitor profesional que incorpora la nueva funcionalidad Plug & Play así como los parámetros de imagen en pantalla junto a los ya consolidados beneficios de la tecnología Sony Super Trinitron Digital Multiscan.



# LÍDERES EN CARTOGRAFÍA ANALÍTICA Y GIS



**GEOPLANIN S.A.**  
cartografía analítica  
topografía

**GEOPLANIN S.A.**  
cartografía analítica  
topografía

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





*AZIMUT. S.A*

MARQUES DE URQUIJO, 11  
28008 - M A D R I D  
TELEFONOS 541 05 00-541 37 08  
TELEX 45089 GRFN  
FAX 542 51 12

*Estimados Clientes:*

*De nuevo nos es grato ponernos en contacto con Vds. al objeto de comunicarles las últimas mejoras que hemos incorporado a nuestra empresa.*

*Con la finalidad de mantener nuestra posición de liderazgo en el mercado y de continuar ofreciendo la buena calidad que caracteriza nuestros trabajos, hemos acometido recientemente una importante campaña de ampliación y renovación de nuestros equipos que se concreta en las siguientes innovaciones:*

*— Adquisición de un avión AERO COMMANDER bimotor. Este avión tiene unas características idóneas de estabilidad para la realización de fotografía aérea.*

*— Adquisición de un nuevo cono-objetivo WILD con focal 300 mm., este nuevo objetivo nos permitirá operar con mayor flexibilidad ante la creciente demanda de vuelos de zonas urbanas, con esta distancia focal que reduce significativamente las zonas ocultas por edificaciones.*

*— Adquisición de dos equipos para el control de la navegación y la toma de fotografías, así como, la obtención de observaciones GPS. Uno de ellos es de Tecnología Norteamericana y el otro es de Tecnología Europea.*

*Con éste esfuerzo creemos haber ampliado la oferta y calidad de nuestro servicios hasta los niveles actuales de demanda y por ello, esperamos seguir contando con su confianza para ayudarles en la realización de sus proyectos.*

*Sin más por el momento y como siempre a su disposición, se despide cordialmente.*

*Antonio Madrid  
Director General  
AZIMUT, S.A.*



## I<sup>a</sup> JORNADAS DE AYUNTAMIENTOS USUARIOS DE TECNOLOGÍA, S.I.G.

Los pasados 23 y 24 de enero de 1996 se celebraron en el Palau de la Música de Valencia las "I<sup>a</sup> Jornadas de Ayuntamientos Usuarios de tecnología S.I.G." (Sistemas de Información Geográfica) organizadas por el Servicio de Planeamiento del Área de Urbanismo y el Centro Municipal de Informática del Excmo. Ayuntamiento de Valencia. Dicha Jornadas, inauguradas por el Ilmo. Sr. D. Miguel Domínguez, Concejal Delegado de Área de Urbanismo, contaron con la asistencia de 490 participantes provenientes de 110 Ayuntamientos, 19 Diputaciones y Cabildos, 9 Comunidades Autónomas, 7 Organismos de la Administración Central del Estado, 5 Universidades y 20 Empresas de Servicios que acudieron a la convocatoria desbordando las expectativas más favorables previstas por la organización.

Esta iniciativa del Ayuntamiento de Valencia, que con toda probabilidad se mantendrá convocando las II<sup>a</sup> Jornadas el próximo año, pretende convertirse en el foro de intercambio de experiencias entre Entidades Locales involucradas en proyectos S.I.G., de manera que sirvan de referente práctico para los técnicos municipales que se encuentran desarrollando proyectos S.I.G., o en grupos de trabajo con problemática similares a las expuestas en las Jornadas.

Las Jornadas contaron con la participación de 19 ponentes de Entidades Lo-



cales que describiendo sus experiencias reales de implantación pusieron de manifiesto las especiales características de estos proyectos y debatieron en mesas redondas con los asistentes cuestiones como: los objetivos de un S.I.G. en una Administración Local, la financiación de los proyectos, la formación técnica de los recursos humanos, la existencia de empresas de servicios S.I.G., el modelo organizativo del S.I.G. de un Ayuntamiento, los entornos de trabajo de los usuarios y, la coordinación entre Instituciones Locales, Regionales y Nacionales.

Como conclusión de las Jornadas se puso de manifiesto la necesidad de crear un grupo de trabajo de Ayuntamientos para avanzar en la coordinación entre Instituciones, el intercambio de experiencia y el asesoramiento en la planificación de un proyecto S.I.G. El Ayuntamiento de Valencia, junto a una decena de Ayuntamientos ponentes de las Jornadas, se comprometieron a construir una Comisión de Cartografía abierta a la participación de cualquier otra Entidad Local de manera que se institucionalicen las conclusiones obtenidas con la iniciativa del Ayuntamiento de Valencia.

El acto de clausura de estas Jornadas estuvo presidido por el Honorable Sr. D. José Joaquín Ripoll, Consejero de Administración Pública de la Generalitat Valenciana, que en el discurso de clausura elogió la iniciativa del Ayuntamiento y abogó por mejorar la coordinación Cartográfica entre las diversas Administraciones públicas y en concreto anunció la creación del "Sistema de Información Geográfica Valenciano" como parte del Plan Estratégico de Modernización de la Administración Valenciana (PEMAV), y órgano gestor será el Instituto Cartográfico Valenciano, que se creará por Ley en 1996.

A continuación pasamos a exponer las ponencias seleccionadas en las jornadas, así como los comunicados recibidos.





## EL PROYECTO ASIA (ASISTENCIA INTEGRAL A AYUNTAMIENTOS)

Domingo Laborda

Conselleria de Administració Pública.  
Generalitat Valenciana

### Resumen:

El proyecto ASIA (acrónimo de Asistencia Integral a Ayuntamientos) de la Conselleria de Administració Pública, tiene como objetivo fundamental asistir a las Administraciones Locales Valencianas en las tareas de informatización, comunicaciones, contabilidad, organización y función pública.

Los ejes del proyecto han ido: la convergencia de entornos operativos en informática y comunicaciones con sujeción a los estándares fijados por la Conselleria, la actuación conjunta con las

Diputaciones Provinciales y la combinación de ayuda técnica y económica. La oferta a los Ayuntamientos a cambio de su aceptación de los estándares fijados por la C.A.P. es proporcionar asistencia técnica y económica.

Los proyectos informáticos en marcha son: Gestión Económica (Contabilidad, Tributos, Recaudación), Secretaría (PMH, Nóminas, Registro, Actas, etc.), Faxes (más de 430 instalados), ARCOS (Gabinetes de Alcaldía), Urbanismo (S.I.G., expedientes de licencias de obras, etc.), Policía Local, Ofimática, Aulas Informáticas, Modelo de Simulación de Gestión.

## S.I.G. EN MEDIANOS MUNICIPIOS

Vicente Collado

Ayuntamiento de Alcira (Valencia)

### Resumen:

1.- Base de datos alfanumérica

Estructura: Contribuyente único. Residencia: AS-400 Planeamiento y Catastro.

2.- Base de datos gráfica.

Requerimientos. Estimación de costos. Disponibilidades.

3.- Equipo informático.

Hardware: AS-400 + WORKSTATION + PC Software: ARC/INFO.

4.- Problemas de funcionamiento.

## IMPLANTACIÓN DE UN S.I.G. EN UN MUNICIPIO DE 10.000 HABITANTES

José Luis Martín

Ayuntamiento de Calpe (Alicante)

### Resumen:

Calpe es un municipio de 11.000 habitantes, y tiene una trama urbana que ofrece dificultades para ser tratada al modo clásico de calle y número, a lo que se unen las peculiaridades propias de un municipio turístico.

Los primeros pasos para la implantación de un SIG en Calpe se dan en 1992 a la vista de que la georeferencia resultaba el método más idóneo para el tratamiento de la información en el municipio.

La problemática fundamental, radica en la falta de medios humanos, lo que prolonga en el tiempo los plazos previstos y dificulta la obtención de resultados.



Jesús M. Romero  
 Francesc X. Pruñanosa  
 Ayuntamiento de Terrassa

## MANTENIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE LA CARTOGRAFÍA DIGITAL. EL MODELO ORGANIZATIVO DE LA CIUDAD DE TERRASA

### Resumen:

Explicación de los trabajos de mantenimiento de la cartografía digital de la ciudad actualmente en marcha. Progra-

ma de consultas de las diversas series cartográficas disponibles tanto a nivel interno (Ayuntamiento) como externo, la actualización de la cartografía como base de las aplicaciones de S.I.G.

Pedro Ramis  
 Aguas Municipalizadas de Alicante

## EL S.I.G. EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

### Resumen:

Para realizar una óptima gestión en el suministro y distribución de agua potable, al igual que ocurre en las redes de saneamiento, es necesario conocer a fondo toda la información asociada a la red. La definición de una red de agua requiere controlar todos los elementos

que la componen: su localización, sus características y sus datos asociados.

El S.I.G. proporciona una base inteligente de datos para que la planificación del trabajo, inventariado del material y análisis de la red se convierta en un procedimiento automatizado integrado de un único sistema que soluciona la problemática.

José Luis Martín Ruiz  
 Ayuntamiento de El Puerto de Santa María

## EL S.I.G. DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA

### Resumen:

Es un módulo S.I.G. destinado a la Gestión Municipal y relacionado con el P.G.O.U.

1º.- La base de datos geográfica utilizada es una digitalización de la que posee el C.G.C.C.T.

2º.- Estudio de costos.

3º.- Desarrollo de aplicaciones

Censo

P.G.O.U.

Registro de solares.

Patrimonio

Etc...

Javier de Frutos  
 José Martos  
 Ayuntamiento de Fuenlabrada

## EL SERVICIO DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL AYUNTAMIENTO DE FUENLABRADA

### Resumen:

La elaboración del Callejero Municipal, a partir de la cartografía, ha permitido obtener el primer mapa fiable del Municipio. El callejero, como representación esquemática de la geografía urbana también permite generar documentos en los que la información de tipo censal, electoral, estadístico, etc.; predomina sobre el nivel de detalle cartográfico. Asimismo, el callejero permite la publicación de guías municipales digitales con el nuevo producto ESRI: Data Publisher.

La conexión GIS-tablas municipales, residentes en Informix, forzó un diseño más eficiente del modelo de datos a causa de la limitación del entorno *Relate* de ArcInfo. El nuevo modelo incluye la codificación de las direcciones y domicilios, siendo estos códigos referencias únicas en las tablas municipales. Estas referencias se han obtenido mediante el cruce en *Informix* de estas tablas, detectándose un alto porcentaje de inconsistencia. Cada error en la información disparaba un proceso *ArcInfo* que generaba un plano de la zona.



## REDES LOCALES PARA LA CARTOGRAFÍA URBANA

José Luis Berné  
Ana Anquela  
Emilio Benítez

Universidad Politécnica de Valencia

### Resumen:

Se pretende resaltar la necesidad de establecer redes topográficas locales,

donde apoyar la cartografía, para facilitar las labores de actualización y control de calidad. Por otra parte, solo así puede servir de soporte para actuaciones de proyectos de urbanismo e ingeniería.

## SISTEMAS DE INFORMACIÓN TERRITORIAL DEL AYUNTAMIENTO DE VITORIA-GASTEIZ

Miguel Fernández  
Laura Garrido

Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz

### Resumen

A mediados del año 1993 se toma la decisión de implantar un S.I.G., como soporte técnico para conseguir una mejor gestión territorial del municipio.

### Pretendiendo:

Unificación de acción de los distintos departamentos.

No duplicar esfuerzos en duplicidad cartográfica.

Disponer de un método de actualización y mantenimiento.

Permitir una óptima Gestión Urbanística.

En definitiva una mejora en la producción administrativa de cara al ciudadano.

## INFORMATIZACIÓN DEL SERVICIO DE PATRIMONIO DEL AYUNTAMIENTO DE VALENCIA

Esmeralda Orero  
Juan José Garrido

Ayuntamiento de Valencia

Miguel Ferrando  
Narcís Cardona  
Felipe Polo

Universidad Politécnica de Valencia

### Resumen

El Sistema de Información Geográfica del Servicio de Patrimonio del Ayuntamiento de Valencia está diseñado basándose principalmente en una integración entre programas en entorno Windows. El núcleo de este sistema reside en una aplicación personalizada, desarrollada por el Departamento de

Comunicaciones en Avenue, el lenguaje de programación de ArcView 2.0. El mantenimiento de las bases de datos (gráfica y alfanumérica), es llevado a cabo íntegramente desde plataformas PC, sin la intervención de estaciones de trabajo, lo que redundará en una gran simplicidad de manejo para los usuarios, y en una reducción considerable de los gastos en equipos y programas.

## AVANCES MUNICIPALES EN EL CAMPO CARTOGRÁFICO, ADAPTACIÓN A LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

Mariano Grajal  
Julián Arroyo  
Manuel López

Ayuntamiento de Valladolid

### Resumen:

El Ayuntamiento de Valladolid, en colaboración con el Organismo Autónomo CIRA, está llevando a cabo la informatización de la Cartografía digital del municipio y su mantenimiento.

Este proceso se relaciona posteriormente mediante un Sistema de Información Geográfica con datos alfanuméricos de gestión procedentes de otras bases de datos; con ello se intenta mostrar una información pública lo más actualizada posible al ciudadano y a los servicios técnicos municipales.



## UN S.I.G. PARA LA DIRECCIÓN, LA EIEL

Rafael Piña  
Carmelo Benito  
Diputación de Sevilla

### Resumen:

La iniciativa del proyecto surge en la Sociedad de Informática de la Diputación de Sevilla, INPRO, ante el aumento y dispersión de la cartografía digitalizada en los distintos Servicios de Diputación, y se plantea los siguientes objetivos:

- 1º Inventariar y recopilar la información existente.
- 2º Instalar un servidor corporativo donde almacenar la información recopilada.

3º Diseñar un sistema de comunicaciones local y remoto que permita a cualquier técnico de la Diputación y/o ayuntamientos acceder a la información del servidor.

4º Integrar la información gráfica existente con la información alfanumérica de las aplicaciones informáticas en explotación.

5º Diseñar una interfaz sencilla para el que personal directivo pueda acceder a la información gráfica y alfanumérica sin necesidad de asistir a cursos específicos.

## EL REGISTRO FISCAL DE LA RIQUEZA TERRITORIAL DE NAVARRA

Fermín Muñoz  
Gobierno de Navarra

### Resumen:

El Registro Fiscal de la Riqueza Territorial de Navarra es el resultado de la labor desarrollada fundamentalmente durante los años 1982 a 1992, cuyo origen inmediato se encuentra en el deseo de crear un Banco de Datos Regional. Posteriormente se evolucionó hacia la realización de los denominados Nuevos Catastros, para finalmente acometer el Registro Fiscal de la Riqueza Territorial con vocación de servicio o múltiples

usos como siendo el primero pero no el único, los catastros municipales como instrumento para recaudar la contribución territorial rústica y urbana.

El modelo desarrollado no es cerrado y sucesivamente está sometido a modificaciones o complementos debido a la constante incorporación de usos o usuarios, que con sus requerimientos obligan a que sea una realidad el objetivo inicialmente planteado de configurar el Registro, como la base de un Sistema de Información del Territorio.

## GESTIÓN DE OBRAS EN VÍA PÚBLICA

José Ignacio Alvarez  
M<sup>a</sup> José Espinosa  
Área Metropolitana de Barcelona

### Resumen:

Es un módulo que forma parte de la aplicación SIGEM, que cubre toda la gestión territorial de ámbito municipal. Este, en concreto, abarca la gestión de las obras que se realizan en la vía pública, como consecuencia de actuaciones en las redes

de servicios que transcurren por el subsuelo municipal.

Permite realizar las funciones siguientes: tramitación de licencias, generación de informes técnicos para la aprobación/denegación de las licencias, planificación conjunta de las obras previstas en un período de tiempo y seguimiento de las obras.

## LA CARTOGRAFÍA EN EL I.N.E.

María González de Zulueta  
Gloria Torres  
Instituto Nacional de Estadística

### Resumen:

La presente ponencia hace referencia a las funcionalidades que el Sistema

de Información Geográfica proporciona al Instituto Nacional de Estadística (INE). Este proyecto, desarrollado por la Unidad de Cartografía Digital, uti-



liza información geográfica digitalizada producida por otros Organismos de la Administración a la que añade la información geográfica específicamente

estadística: las Secciones Censales, permitiéndose su conexión con la información alfanumérica de las bases de datos estadísticas.

Javier García-Bellido  
Manuel Alvarez-Arenas

Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente

## EL PROGRAMA "HIPODAMOS" DE GESTIÓN URBANÍSTICA MUNICIPAL

### Resumen:

La subdirección de Urbanismo del M.O.P.T.M.A. está ultimando el desarrollo de una completa herramienta informática de Gestión Urbanística con soporte S.I.G. a la que se ha bautizado como "Hipodamos" el programa controla de forma dinámica la evolución del desarrollo del planeamiento a partir de plazos preestablecidos y de las indi-

caciones de los técnicos urbanísticos. También controla los posibles incumplimientos con la generación de los correspondientes registros.

Hipodamos está diseñado de tal forma que admite cualquier situación o combinación de situaciones legalmente admisibles en el seno de una misma parcela. La cédula Urbanística facilita información para cada una de las subparcelas urbanísticas.

Carmelo Bosque  
Ayuntamiento de Zaragoza

## EXPLOTACIÓN URBANÍSTICA DE LA BASES DE DATOS CARTOGRÁFICAS

### Resumen:

Partiendo de la constatación de que la elaboración de mapas y planos, a lo largo de la historia, se ha acometido con planteamientos, directrices y objetivos distintos de los urbanísticos (razones militares en un tiempo y fiscales después aun ahora) se pretenden exponer

las dificultades que, en el caso de Zaragoza, se han sufrido en el proceso de reutilización de una base de datos cartográficos de alta calidad y precisión para su uso con fines estrictamente urbanísticos (planteamiento, información urbanística, licencias de obras), que no se corresponden con aquellos que justificaron su elaboración (soporte cartográfico del Catastro Urbano).

Sebastián Mas Mayoral  
Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria (C.G.C.C.T.)

## EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO CATASTRAL (SIGCA) Y LA COLABORACIÓN CON LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN TERRITORIAL MUNICIPALES

### Resumen:

En esta comunicación se describe qué es el Inventario Catastral, cuál es su origen, el volumen de información que recoge y su utilidad multifuncional. Cómo la Dirección General del C.G.C.C.T. decidió organizarlo como Sistema de Información Catastral orientado a realizar la Gestión Catastral y a proporcionar información territorial elaborada sobre los bienes inmuebles.

Se especifican las características técnicas y organizativas más relevantes del Sistema de Información Geográfico Catastral como subsistema, dentro del Sistema de Información Catastral, encargado de la gestión de la componente espacial de los Catastros Inmobiliarios.

Se desarrollan también las líneas de colaboración establecidas entre este Sistema de Información Territorial, así como la difusión, en general, de información desde el sistema.



## SIGVAL UN S.I.G. DE CARÁCTER LOCAL

Juan Antonio Altés Martí  
Emilio Forcén Térrega  
Ayuntamiento de Valencia

### Resumen:

En el presente trabajo se define el camino metodológico desarrollado por el equipo Municipal responsable de realizar la incorporación de un S.I.G. en la estructura Municipal, como herramienta eficaz de Gestión Interna y de Atención al Ciudadano.

1º El área de estudio en el análisis de la implantación se realiza desde la conveniencia de trabajar sobre un plano único que englobe todo el término Municipal (13.500 Ha).

2º Análisis de la problemática municipal en el área urbanística, utilizando planteamientos de Macroproyecto, pero centrandolo en la solución de aplicaciones concretas como núcleo de la implantación. Carga del P.G.O.U.

(Certificado de Circunstancias Urbanísticas, Fijación de Alineaciones).

3º Aplicaciones para otros servicios municipales:

Control de Accidentes de Tráfico.

Actualización continua del callejero Municipal.

Conectividad en red con los distintos usuarios Municipales mediante aplicaciones específicas.

Control de obras en vía pública.

Control del suelo público.

4º Nuevos desarrollos:

Infraestructura Urbana, Medio Ambiente, etc...

## ISIDORO SANCHEZ S.A. EN EL MUSEO GUGGENHEM

### EL GRAN MUSEO DE ARTE MODERNO DE BILBAO

Isidoro Sánchez, s.a. colabora en la que será la obra estrella de Bilbao del año 2000, el Museo Guggenheim. La fundación que lleva su nombre decidió apostar por esta ciudad tras conocer el proyecto de transformación de esta capital en uno de los centros de servicios del Arco Atlántico europeo. El sistema MONMOS de medida industrial contribuirá a su construcción.

Tras Nueva York y Venecia, Bilbao será la nueva sede del Museo Guggenheim. La firma Isidoro Sánchez s.a. colabora desde hace meses en la construcción de esta revolucionaria obra mediante sus equipos de medidas industrial que aportan tecnología de máxima precisión.

En febrero de 1992 el Gobierno Vasco firmaba el compromiso definitivo sobre la sede del Museo y casi inmediatamente se convocaba un concurso internacional para su adjudicación. El arquitecto elegido fue el norteamericano Frank O. Gehry, quien diseñó un moderno y original edificio que convivirá con el Palacio de Congresos y de la Música y estará inmerso en un nuevo entorno de infraestructuras y mejoras.

El museo es considerado por todos la joya del proyecto. Se trata de un edificio de 25.000 m2 útiles, diseñado con un conjunto de estructuras casi independientes entre sí que esta-



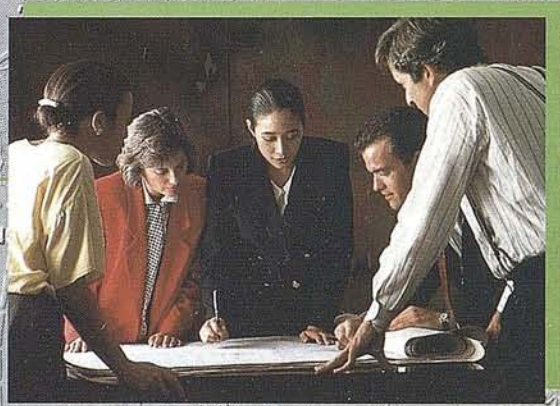
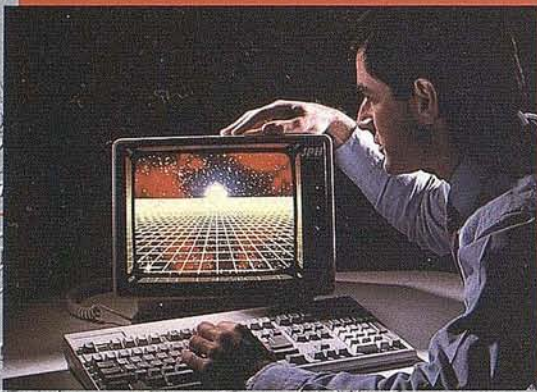
rán recubiertas de piedra caliza, vidrio y **26.000 m2 de titanio laminado** que acentuarán su espectacularidad. El montaje de este material hace preciso ubicar los apoyos con precisión + / -1 mm, ya que las láminas se curvan en fábrica con los distintos valores necesarios para adaptarse a la cambiante figura. Una exigencia que sólo permite un sistema como el **MONMOS de medida industrial**.

Cuando en 1997 se inaugure el tercer Museo Guggenheim de Arte Moderno nuestro país contará con un verdadero símbolo de progreso, de innovación cultural y de desarrollo de las Bellas Artes. Bilbao pasará definitivamente a formar parte de los circuitos mundiales del arte contemporáneo.



# Descubre el territorio

## CARTOGRAFÍA DIGITAL



## MAPAS PROVINCIALES

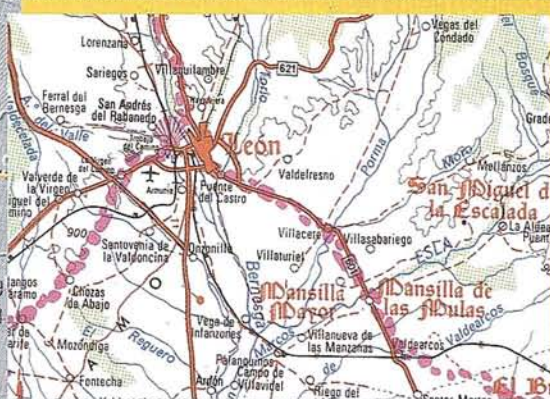
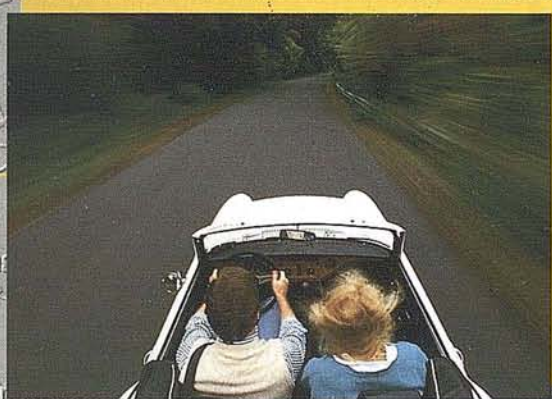
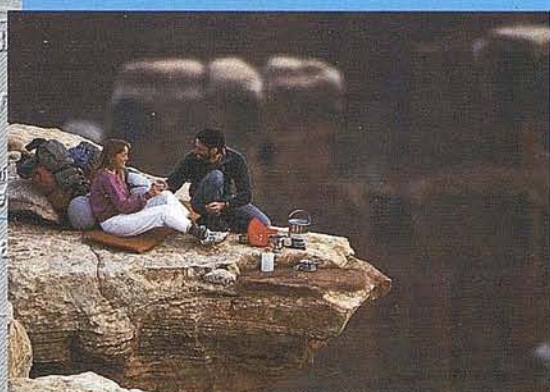
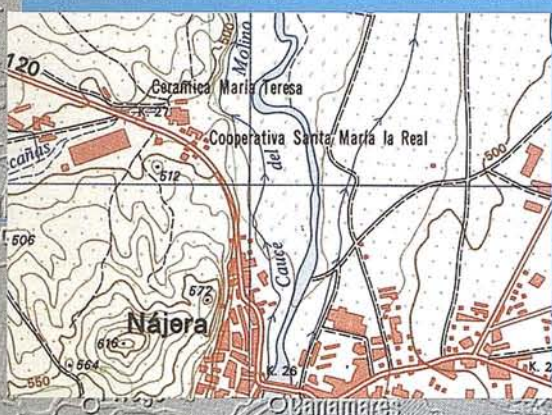
CENTRO NACIONAL DE INF

General Ibáñez  
Fax: (91) 553 29 13  
Venta: (91) 5  
Servicios Region



# con nuestros mapas.

## MAPAS TOPOGRÁFICOS



## MAPAS TURÍSTICOS

INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (CNIG)

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



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



# PROCESOS DE DEGRADACION AMBIENTAL E IMÁGENES DE SATÉLITE: APLICACIONES DE SPOT

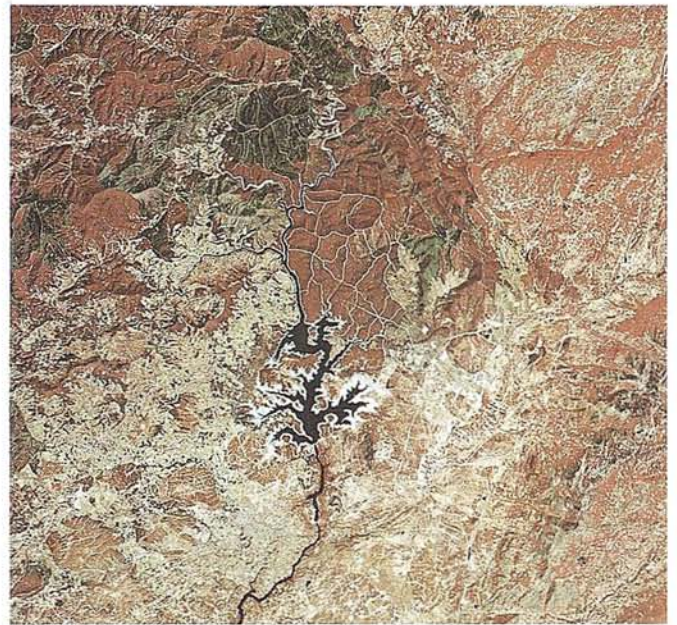
Jesús J. Artieda González-Granda.  
Marino Palacios Morera.  
AURENSA

## 1. INTRODUCCIÓN

La degradación ambiental puede ser definida como el conjunto de procesos que deterioran o impiden la utilización de un determinado recurso (el agua, el suelo fértil, el paisaje) por parte de la Humanidad. De esta forma los procesos de degradación ambiental son entendidos como procesos socio-económicos en tanto que imposibilitan la adecuada utilización de un recurso determinado.

Cualquier acción encaminada a evitar o aminorar los procesos de degradación ambiental (erosión, incendios forestales, sequía, etc.) requiere, como primer requisito, el conocimiento de la realidad del territorio tanto en el momento actual como en el pasado mas o menos reciente. Este conocimiento da la posibilidad de describir dichos procesos y, por tanto, de evaluar sus posibles consecuencias, poder prever su evolución y, como resultado, adoptar medidas eficaces que aminoren sus efectos negativos. Los procesos de degradación son muy variados tanto en su tipología como en la superficie que abarcan. Las formas de obtención de datos sobre estos procesos comprenden desde estudios a microescala y locales como son las medidas in situ (análisis para caracterizar desde un punto de vista químico o físico un suelo, el estudio de parcelas tipo, estaciones meteorológicas muestras de vegetación, etc.) a los globales que incluyen los conocidos modelos atmosféricos y diversos modelos marinos, entre otros.

Este artículo se centra en las técnicas que analizan procesos regionales y, mas concretamente, en la utilización de imágenes de satélite. Sin lugar a dudas estas técnicas han demostrado su utilidad durante los casi



NORTE DE EXTREMADURA.

Las zonas cultivadas alternan con espacios arbolados (en marrón y rojo fuerte), surcados por vías forestales cuyo trazado se ha hecho con líneas blancas, y entallados por la huella negra de los incendios.

25 años de su existencia, aunque todavía no son empleadas tan ampliamente como pudieran serlo.

El mayor problema que se cita en la utilización de imágenes de satélite es la necesidad de tener un alto grado de especialización no sólo para realizar el procesamiento de las imágenes sino también para algo que debiera ser tan sencillo como es la adquisición de las mismas. Estos problemas han desaparecido recientemente debido a que existen ya en el mercado productos que se pueden tratar directamente por los equipos habituales de cualquier laboratorio o empresa dedicada a estos temas.

Dentro de los diversos tipos de imágenes obtenidas por los satélites de observación de la Tierra, las imágenes del satélite SPOT, desde 1986, permiten una gran versatilidad debido a los diversos productos específicos que se pueden obtener a partir de ellas y a su resolución espacial.



## 2. PROCESOS DE DEGRADACION AMBIENTAL

Los procesos de degradación ambiental pueden ser descritos mediante una ecuación en la que se pongan en relación los procesos estrictamente naturales (determinados procesos geológicos, geomorfológicos o climáticos) y los provocados por la acción humana, aminorados por las propias dinámicas de restauración natural y las políticas de renovación ambiental.

De este modo los procesos de degradación ambiental pueden ser divididos en dos tipos, dependiendo de su origen:

- Procesos estrictamente naturales como terremotos, ciclones o la erosión natural, por poner algunos ejemplos:
- Procesos provocados o acelerados por la acción humana.

En nuestro entorno totalmente humanizado estos últimos procesos tienen una mayor importancia tanto por sus consecuencias ecológicas como económicas y sociales.

En España las dinámicas de degradación ambiental percibidas como más alarmantes pueden ser la escasez de agua, los incendios forestales, la pérdida de suelo fértil y la desertificación. En general son procesos que actúan a escala local o regional y con una escala temporal que va desde horas a días para el caso de los incendios, a años o décadas para las dinámicas erosivas o de desertificación. Todos ellos tienen unas graves consecuencias ambientales y económicas que pueden no ser reparadas en décadas o centurias. Al conocimiento de todas ellas la teledetección espacial aporta datos de enorme interés.

La escasez de agua es uno de los mayores problemas ambientales en España, ya que este recurso no es suficiente para satisfacer el total de las demandas tanto agrícolas como urbanas, industriales o recreacionales. Por el momento este problema viene condicionado en buena parte por la agricultura, el gran consumidor de agua en España, situando algunos estudios su consumo en más del 75% del total del agua utilizada.

Los incendios forestales son otro de los grandes problemas ambientales españoles dada la superficie afectada así como su frecuencia. Los incendios forestales inciden sobre las áreas más frágiles de nuestros ecosistemas como son los espacios con vegetación natural.

La erosión provoca importantes pérdidas económicas en un país en el que las tierras fértiles son escasas. Además de la componente propiamente natural la erosión está enormemente influida por las acciones humanas a través de las prácticas agrícolas o la tala de vegetación natural, entre otras muchas variables.

La desertificación afecta a zonas en el sureste español e implica el paso de las mismas a unas condiciones ambientales más áridas, con una génesis, en muchos casos, en la que intervienen procesos de degradación de la vegetación prácticas agrícolas inadecuadas, etc.

## 3. LA INFORMACIÓN DE LOS SATÉLITES DE OBSERVACIÓN DE LA TIERRA

Las imágenes obtenidas por los satélites de observación de la tierra son una fuente única de datos difícilmente sustituibles en estudios de degradación ambiental. De todas las ventajas que poseen las imágenes de satélites es importante resaltar las siguientes:

1. En la actualidad existe una gran variedad de satélites, que toman imágenes con distintas características: resolución espacial, ventanas espectrales, repetición de órbita, etc. Esto permite tener datos para realizar muy distintos estudios trabajando a diversas escalas.
2. Cubren grandes superficies de terreno en una sola toma y por tanto en condiciones homogéneas. Se llegan a cubrir en una sola imagen más de 4 millones de km<sup>2</sup>. La obtención de datos homogéneos de grandes superficies permite realizar fácilmente estudios comparativos y determinar tendencias.
3. La imagen original se corrige geoméricamente de forma fácil para que sea superponible a un mapa y por tanto se puedan efectuar medidas y realizar análisis temáticos. Esto elimina la tediosa y costosa tarea de traspaso de datos de la fotografía aérea al mapa.
4. Existe un archivo histórico sistemático de imágenes, con varias coberturas anuales, que en algún caso llega hasta 1972 lo que la hace una fuente de datos insustituible para realizar estudios de comparación.
5. Se toman imágenes no sólo en el espectro visible sino también en el infrarrojo, en el térmico y en las microondas (radar) con lo que se obtienen imágenes nuevas de la superficie terrestre y por tanto nuevos datos.





#### 4. LA TELEDETECCIÓN Y LOS PROCESOS DE DEGRADACION AMBIENTAL

La teledetección aporta diversos datos de utilidad para la realización de estudios relacionados con los casos de degradación ambiental citados anteriormente. A modo de ejemplo y para cada caso se exponen brevemente algunas aplicaciones:

**La escasez de agua:** Diversos son los estudios que se realizan en estos momentos sobre este problema a partir de imágenes de satélites:

**Cuantificación de la superficie regada y estimación del consumo de agua,** como datos básicos e imprescindibles para la toma de cualquier decisión sobre reparto, inversiones, etc...La teledetección aporta a estos análisis la posibilidad de determinar con rapidez y eficacia la superficie regada en un momento dado, su distribución espacial, los tipos de cultivos o las prácticas culturales que consumen más agua. Además permite realizar este tipo de estudios sobre fechas anteriores, gracias a las imágenes de archivo, lo que posibilita obtener datos sobre variaciones de superficie regada y cambios en la utilización de los mismos y extrapolar tendencias. Este tipo de análisis se pueden efectuar a muy diversas escalas que van desde el 1:1.000.000 hasta el 1:25.000

También se puede trabajar con las imágenes de satélites sobre los efectos de la sequía tanto sobre las áreas de cultivo como sobre las de vegetación natural,

obteniendo mapas que expresan para la totalidad del país como afecta la sequía a cada porción del territorio. Estos estudios se pueden realizar en tiempo real con lo que constituyen una herramienta imprescindible para efectuar la gestión del agua. Otra aplicación directa de los mapas obtenidos es la ayuda a la gestión de los seguros agrarios por sequía.

En cuanto a los incendios forestales, tres son las grandes familias de trabajos que se realizan en este tema:

En primer lugar esta la actualización cartográfica, tanto de la planimetría como de la información temática; en segundo lugar la cuantificación de la superficie incendiada no sólo en su perímetro externo sino en el grado de afectación de cada punto que aparece en la imagen, y en tercero la realización de mapas de riesgos.

Las imágenes de satélites han facilitado enormemente la actualización cartográfica para el control, la previsión y la extinción de incendios si tenemos en cuenta que disponer de mapas actualizados es una necesidad básica para la toma de cualquier decisión sobre el territorio. Las imágenes de satélites de hoy en día permiten actualizar mapas de escala hasta 1:50.000 con facilidad y poco trabajo de campo y a un costo muy bajo. Las imágenes de satélite de alta resolución espacial son fácilmente interpretadas por personal entrenado lo que permite reducir aún mas los costes de actualización así como los tiempos de procesado, además de que se logra que sea el usuario el





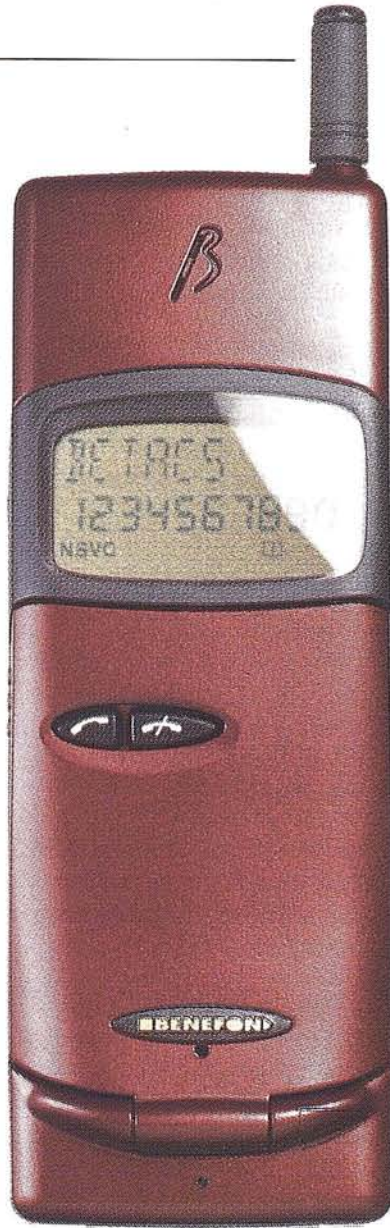
SI BUSCA EL MEJOR SABOR,  
NO DUDE EN PROBARLO.

*Carga  
inteligente*

*Accesorios versátiles  
fax y datos*

*Diseño elegante*

*Personalizado programable  
para operaciones rápidas*



BENEFON BETACS • CON O SIN SOLAPA • CINCO COLORES ELEGANTES • RELOJ Y DESPERTADOR • MÚLTIPLES CARACTERÍSTICAS SUPERIORES

*Del mejor viñedo  
en la mejor zona*

*La mejor cosecha*

*Color más intenso  
aroma más frutal*

*Sabor más armonioso*



Cuando compre un teléfono móvil actúe como si estuviera catando un exquisito vino. Porque cuando pruebe un Benetton Betacs es exactamente lo que hará Ud. Tomarse tiempo, mirar el color y dar un trago. Las características superiores de un Benetton le van a ser evidentes muy pronto. Al principio ve la diferencia, luego la siente, después la oye.

Fabricamos teléfonos móviles de alta potencia para personas con expectativas más altas y empresas que no se conforman con lo usual, sino que buscan la mejor solución de comunicación. A veces es preciso experiencia y especialidad para disfrutar de la vida enteramente. No le parece estupendo que en un mundo donde cualquiera pretende ser el mejor haya cosas que simplemente son mejores?

Better phones from

**BENEFON**

Consulta y distribución por MoviTel 2000 S.A. Tel. 943 - 460 963 • Fax 943 - 472 188  
Calle Corsarios Vascos, 20011 San Sebastian



que decida que información le es de utilidad y cual no y no traspasar esta tarea a un intérprete general.

En cuanto a la erosión, la teledetección permite conocer muchas de las variables que se necesitan en la realización de estudios sobre este tema: ocupación del suelo, cubierta vegetal, pendientes, redes de drenaje, geomorfología, etc.

Los mapas de ocupación de suelo, una de las variables importantes para el conocimiento de los procesos erosivos, son un clásico de la aplicación de imágenes satélites con la utilización de diversos sensores así como la realización de estudios multitemporales (utilización de imágenes tomadas en diversas fechas). Con estos métodos, entre otros, aumentan las posibilidades de discriminación de las diversas categorías a analizar así como la calidad general del mapa. Igual de clásicos son los estudios sobre tipología de cubierta vegetal.

Otro aspecto importante de los satélites mas modernos es la posibilidad de obtener información tridimensional gracias a la toma de imágenes desde dos puntos de vista diferentes, como lo hace la foto aérea convencional. Una vez obtenida esta información se abre un amplio campo de nuevas aplicaciones para el estudio de los procesos de erosión. La primera de ellas es la interpretación visual fotointerpretación, de los pares estereoscópicos obtenidos tal y como se interpretan las fotos clásicas. La segunda es la realización automática de modelos digitales de terreno a partir de los cuales se pueden obtener mapas de pendiente, redes de drenaje, cuencas, etc.

En los estudios sobre desertificación la teledetección es una herramienta extremadamente útil principalmente por dos motivos:

En general la desertificación es un fenómeno lento que requiere serie de datos relativamente largas para poder sacar conclusiones, la teledetección puede facilitar en estos momentos serie de imágenes de hasta 25 años, cubriendo muy amplias extensiones de terreno.

La desertificación es un fenómeno complejo y a largo plazo y sobre los datos que se toman interfieren otra serie de fenómenos interconectados, por lo que es necesario establecer toda la información en un entorno suficientemente grande para poder separar las tendencias locales de las generales. Nuevamente la teledetección per-

mite cubrir amplias extensiones de terreno en condiciones homogéneas.

## 5. LAS IMÁGENES Y LOS PRODUCTOS SPOT

Las imágenes obtenidas por el satélite SPOT permiten obtener una amplia información acerca de los diversos procesos territoriales descritos anteriormente gracias a sus características especiales de resolución temporal, espacial, a los diversos productos que ofrecen y a su flexibilidad.

El primer satélite fue lanzado en 1986 y viene suministrando desde entonces una Imagen completa de la Tierra cada 26 días, uniéndose posteriormente a éste, los satélites SPOT 2 y SPOT 3 en 1990 y 1994 respectivamente. El satélite SPOT capta imágenes de 60\*60 km en dos modos de obtención de la información:

Por un lado se encuentra el modo pancromático que obtiene imágenes en una banda del espectro visible con una resolución de 10\*10 m. En estos momentos las imágenes pancromáticas de SPOT son las que presentan una mayor resolución espacial de las imágenes de satélites con distribución comercial amplia.

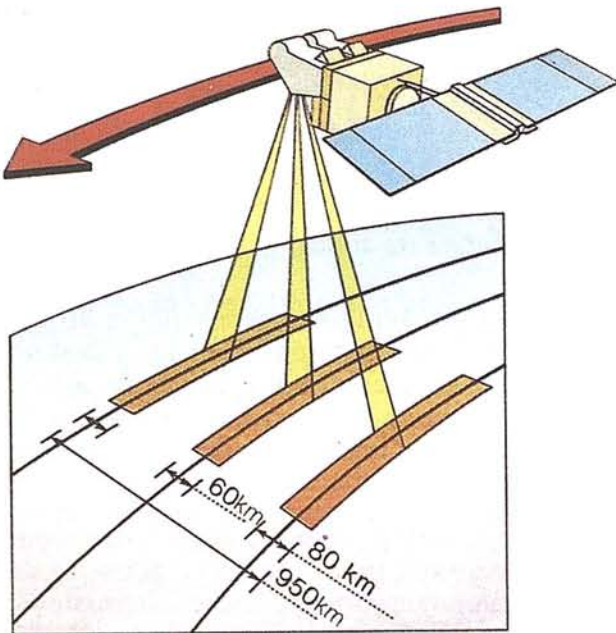
El modo multispectral de SPOT obtiene imágenes en tres bandas del espectro electromagnético (verde, rojo e infrarrojo cercano) con una resolución de 20\*20 m. sobre el terreno.

Otra de las características de SPOT es que aunque pase por encima de un lugar determinado de la superficie terrestre cada 26 días el sensor esta diseñado para poder mirar hacia los lados lo que permite que en la práctica se pueda tomar una imagen de un punto de la tierra cada dos días.

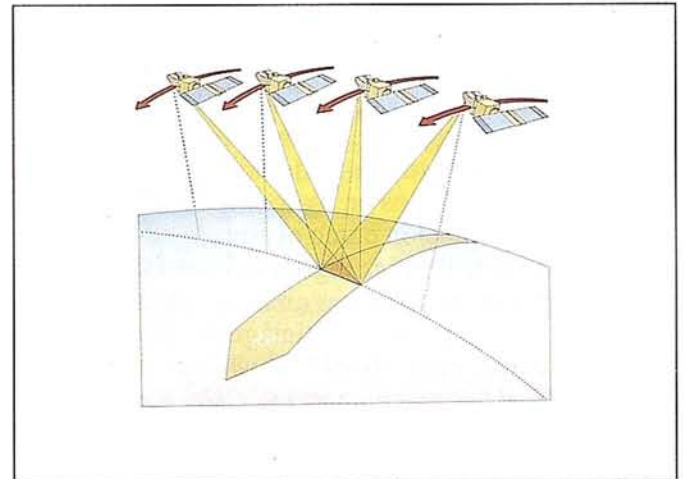
SPOT permite la programación de sus satélites por parte de cada usuario según sus necesidades. El satélite pueden ser alquilado para que tome imágenes en el momento y en el lugar indicado según las diferentes necesidades.

Otra ventaja de las imágenes obtenidas por el satélite SPOT, es la posibilidad de obtener pares estereoscópicos. La particularidad de la toma de imágenes con diferentes ángulos de inclinación permite obtener imágenes con ángulos opuestos que pueden ser correlacionadas y obtener así pares estereoscópicos y los modelos digitales del terreno

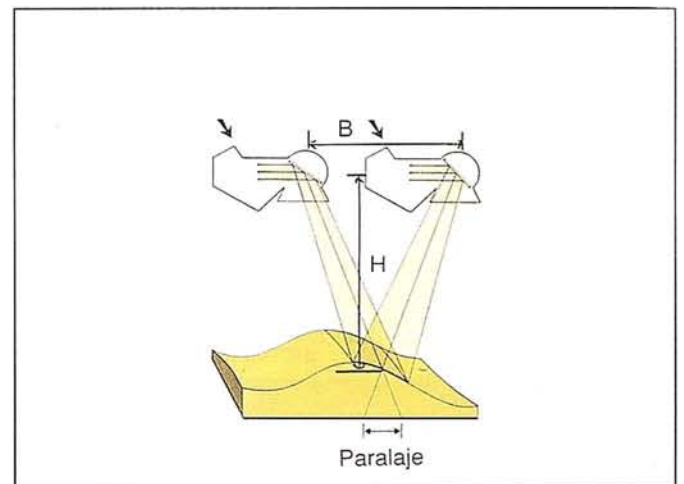




(MDT) derivados. Los modelos digitales generados a partir de imágenes de satélites SPOT presentan diferencias importantes con respecto a modelos generados a partir de mapas convencionales. Este es un tema muy controvertido donde hay que tener en cuenta diversos aspectos. Es generalmente aceptado que si no se dispone de las curvas de nivel digitalizadas así como de las cotas de puntos característicos la obtención de modelos digitales de terreno (escala 1:50.000, rejilla de 20 m) a partir de imágenes de SPOT es el camino más barato de todos los posibles. Cuando se pueden adquirir las curvas digitalizadas o incluso el modelo a buen precio es cuando surge la duda; la posición a tomar depende de la aplicación a la que se va a dedicar el MDT. Los MDT obtenidos desde SPOT presentan la característica que para cada punto de la rejilla que incluye el MDT se ha calculado su altura. Esto tiene como consecuencia un mayor detalle lo cual implica una mejor calidad y precisión en los productos derivados de ellos, como puede ser el mapa de pendientes, la morfología de la red o la longitud de una escorrentía. En general los MDT obtenidos a partir curvas de nivel han sufrido diversos procesos de suavizado que condicionan los productos a obtener. Por otra parte los MDT obtenidos desde SPOT por el mismo precio incluyen dos productos más de enorme utilidad: una cobertura estereoscópica y una ortoimagen espacial. Estos dos productos permiten realizar un análisis más detallado del MDT al estar todos ellos georreferenciados.



Repetitividad de las observaciones durante un ciclo gracias a las posibilidades de mira oblicua.



Observación estereoscópica gracias a la paralaje creada por los dos ángulos de toma de vista.

SPOT, además de ofrecer los datos originales, convierte estos en información útil en diversos estudios de carácter ambiental. Las imágenes originales pueden así adquirirse como tales o convertidas en ortoimágenes espaciales, georreferenciadas y realizadas para los diversos tipos de estudios.

Las imágenes SPOT se convierten en una fuente de datos que permite obtener información acerca de los problemas ambientales indicados más arriba, ya sea por sí mismas, combinándolas con otro tipo de satélites, con otras fuentes de información o integrándose en sistemas de información geográfica de carácter ambiental.

Las imágenes SPOT son una herramienta con grandes posibilidades en estudio de uno de esos proble-



mas como es la escasez de agua. Las imágenes SPOT en modo multispectral permiten detectar los usos que consumen agua con una adecuada resolución espacial, además de poder obtener esta información en el momento más adecuado gracias a la posibilidad de programar el satélite. Esta capacidad está demostrada en los diversos estudios realizados en agricultura utilizando imágenes de teledetección como el control de ayudas a la agricultura de la Política Agrícola Común. La posibilidad de combinar imágenes en modo pancromático y multispectral y generar ortoimágenes espaciales con una resolución espacial de 10\*10 m. y tres bandas espectrales permite la obtención de una adecuada base cartográfica para estudiar y representar los diferentes tipos de usos consumidores de agua.

En cuanto a los incendios forestales las imágenes SPOT se muestran como una herramienta altamente eficaz gracias a la posibilidad de programar el satélite. Mediante la programación del satélite se puede obtener una imagen de la zona incendiada en el momento adecuado con una resolución espacial que puede llegar hasta los 10\*10 m. Además se pueden realizar estudios de prevención de incendios integrando la información que genera SPOT con otros elementos (tipos de vegetación, morfología del terreno, accesibilidad, combustibilidad, etc.) muchas veces obtenidos también a partir de las propias imágenes.

En cuanto a los estudios de erosión SPOT cuenta con una herramienta excepcional como es la posibilidad de generar pares estereoscópicos y modelos digitales del terreno. Estos modelos digitales permiten obtener con todo detalle una serie de datos básicos en estudios de este tipo como una muy precisa morfología del terreno y la determinación de la red de drenaje de una zona con una gran exactitud.

Finalmente, en cuanto a los estudios sobre desertificación SPOT posibilita la obtención de datos sobre ocupación del suelo, tipos de vegetación, morfología del terreno, etc. siempre con una adecuada resolución espacial y con la posibilidad de programar el satélite.

En resumen las imágenes SPOT presentan diversas particularidades extremadamente útiles para los análisis territoriales entre las que destacan su buena resolución espacial, la capacidad de programa, el satélite o la obtención de pares estereoscópicos.

## CONCLUSIONES

En este artículo se ha pretendido divulgar una serie de aplicaciones que se viene desarrollando en los laboratorios de teledetección y en empresas especializadas acerca de la utilización de la teledetección en estudio de degradación ambiental pero que no se han trasladado todavía a los especialistas en estos temas.

No se ha pretendido en este artículo profundizar ni en la teledetección ni en los estudios de degradación ambiental sino indicar lo que la teledetección puede ofrecer, una valiosa información para estos últimos.

Se ha pretendido mostrar en este artículo que en el mercado existen productos procesados que eliminan cualquier necesidad de conocimiento de técnicas de proceso de imagen por parte del especialista en degradación ambiental.

## REFERENCIAS:

- Blaikie, P y Brookfield, H (1987) Land Degradation and Society, Methuen, Londres.
- Handbook, SPOT IMAGE (1995).
- ICC, (1994) Mapas de usos de suelo, Mapa de riesgos forestales, Evaluación de incendios forestales utilizando imágenes satélites.
- MOPU (1990) El programa CORINE de la CE, Monografías de la Dirección General del Medio Ambiente, Madrid.
- Moreira, J.M. y Ojeda, J. (1988): "Control de cambios en el territorio de Andalucía a través del tratamiento digital de imágenes" en Coloquio Hispano - Francés sobre Teledetección y Planificación Integrada del Territorio, IGN, Madrid.
- Palacios, M. (1995) Sistemas de Información Geográfica Temporal y Cambio Ambiental: Transformación y Degradación en el Valle del Jarama (Madrid).



## II MARATÓN GPS

Durante los días 3 y 4 de Abril de 1995, celebramos en Madrid lo que decidimos llamar MARATÓN GPS, un seminario técnico durante el cual nos reunimos con nuestros clientes de GPS y coordinamos la presentación de todas aquellas aplicaciones que habían ofrecido resultados positivos poco usuales, ya fuera en el aspecto técnico o económico. Nuestro MARATÓN GPS tuvo una favorable acogida y pudimos



comprobar que las aplicaciones eran muy numerosas y de gran interés. Todas las ponencias fueron recogidas en un libro resumen, que es posiblemente, el primer libro que se edita en español en el mundo, con informes detallados de aplicaciones GPS y empleando exclusivamente receptores TRIMBLE. Para enjuiciar la importancia de la reunión basta repasar el índice:

- 1.- Situación actual del geode en España. Nivelación con GPS.
- 2.- Actualización de cartografía básica y receptores GPS de código.
- 3.- El GPS como herramienta para la clasificación de imágenes de satélite.
- 4.- Influencia en la ionosfera residual en la precisión de las observaciones GPS.
- 5.- El GPS en la construcción de una gran obra marítima. Ampliación del Puerto de Bilbao.
- 6.- Las comunicaciones como elemento estructural en el futuro GPS.
- 7.- Sincronización horaria de equipos de control remoto en REE mediante GPS.
- 8.- Cálculo de grandes bases. Aplicación a la ciudad de Mostar (Bosnia - Herzegovina).
- 9.- Aplicación del GPS para control y gestión de vehículos en minas a cielo abierto (Proyecto Modac).
- 10.- Proyecto para de transformación a regadío en la comarca catalana "La Garrigas Sur".
- 11.- Fotogrametría aplicada a la batimetría.
- 12.- Sistema de ayuda a la navegación para prácticos, SIAP.
- 13.- Redes geodésicas virtuales.
- 14.- Proyecto San Telmo: arqueología terrestre y subacuática en la Antártida. La aplicación del GPS diferencial.
- 15.- GPS como apoyo en Trabajos Catastrales S.A.
- 16.- Navegación cartográfica con GPS.
- 17.- Transferencia de tiempo vía GPS. Resultados experimentales.
- 18.- Orientación de sensores aerotransportados de línea.
- 19.- El efecto de la cobertura vegetal sobre la navegación terrestre con GPS.
- 20.- Tres aplicaciones de GPS diferencial en submétrico y posprocesado.
- 21.- Contraste de redes con observaciones por topografía clásica.
- 22.- GPS en los ensayos y pruebas hidrodinámicas de los buques.
- 23.- Estudios para la implantación de una red DGPS en la costa española.



A la vista de lo anterior, hemos decidido celebrar un II MARATÓN GPS. Si ha realizado o participado en algún trabajo GPS, con receptores de cualquier marca, y considera que la solución GPS ha significado un avance técnico o una ventaja económica y si además desea participar en esta reunión, le rogamos que nos remita un resumen. El II MARATÓN GPS, que aquí anunciamos, se celebrará en Madrid, los días 3 y 4 del próximo mes de Junio. Si desea más información

sobre el II Maratón GPS, le rogamos mande una fotocopia de esta página con su nombre y dirección a: GRAFINTA S.A., Att. Srta. Charo, Avda. Filipinas, 46, Madrid 28003, Telf: 553 72 07; Fax: 533 62 82.



# LA IMPORTANCIA DE UN GEOSISTEMA DE INFORMACIÓN MEDIOAMBIENTAL

José Manuel Nicolás Zabala.

Jefe de Servicio de Planificación y Conservación en el Medio Natural. Comunidad de Madrid.

En estas líneas pretendo destacar la importancia de disponer de una moderna herramienta informática para la planificación y gestión de los ecosistemas forestales, en particular y del Medio Ambiente en general.

Las antiguas ordenaciones de montes, muchas veces enfocadas solo desde el punto de vista sectorial y productivo, dan paso en la actualidad a que la planificación del Espacio Natural responda a un PLAN INTEGRAL que contemple los aspectos forestales y los de conservación de la naturaleza en todas sus vertientes.

Sin olvidar la función productora de los montes, determinada por el aprovechamiento racional y sostenido de sus recursos silvopastorales, surge la demanda de una nueva sociedad donde prevalecen las funciones protectoras, conservadoras y sociales.

La lucha contra la erosión y la regulación del régimen hídrico son de una importancia vital de todos conocida; pero solamente recordada en momentos críticos o catastróficos. La cubierta vegetal de nuestros montes será la garantía para la protección del medio físico.

La conservación de las especies de flora y fauna y de los hábitats que las albergan, nos proporcionarán espacios naturales con alta representatividad o biodiversidad.

Por último, la sociedad demanda cada vez mas espacios para el esparcimiento, recreo y conocimiento directo de nuestra naturaleza.

De las líneas anteriores se desprende que los modelos de planificación del Medio Natural tienen tal cantidad de atributos, diversos y cambiantes que difícilmente pueden abordarse sino se dispone de una herramienta moderna.

Todos sabemos que la buena gestión o manejo de los Espacios Naturales depende de una planificación objetiva donde se han tenido presentes todos los "participantes" y sus "relaciones internas" en este complejo mundo de la ecología.

La gestión medioambiental integrada debe agrupar el Medio Ambiente Natural (flora, fauna, paisaje, tierra, agua, aire, etc...) con el Medio Ambiente Urbano (residuos, vertidos, sanea-

mientos, contaminaciones, etc...). A todas las variables antes resumidas se sumaran otros numerosos atributos ponderados que agravan el problema de su tratamiento integral.

Del manejo del Medio Ambiente se tiene infinidad de información o datos, tanto cartográficos (en papel, a diversas escalas, etc...) como escritos (informes, estudios, estadísticas, proyectos, etc...), que no pueden utilizarse racionalmente por falta de homogeneidad.

En los últimos años se ha estudiado profundamente el Medio Ambiente, desde muy distintos sectores, existiendo una gran dispersión de los datos obtenidos. Es raro no disponer en un territorio de mucha información, tanto gráfica como documental. Pero a la hora de "juntar" todo el conocimiento y deducir directrices de actuación, la tarea se complica, nos abruma y conduce al desánimo.

Para la correcta redacción de planes, se considera necesario e imprescindible que la información existente y la obtención de aquella que se considere precisa genere una BASE DE DATOS DE INFORMACIÓN MEDIOAMBIENTAL que permita el desarrollo de la planificación en actuaciones y proyectos concretos.

La posibilidad de definir un modelo territorial basado en un GEOSISTEMA DE INFORMACIÓN MEDIOAMBIENTAL permitirá la consecución de objetivos y la puesta en marcha de distintos tipos de aplicaciones informáticas a escala usuario, que, de forma sencilla, puedan utilizar los técnicos que se ocupan de la planificación y gestión del Medio Ambiente. Este apoyo objetivo avalará técnicamente y científicamente muchas de las decisiones que en muchas ocasiones son criticadas por su carácter subjetivo.

El Medio Ambiente es difícil encuadrarlo en una fórmula matemática, pero con los medios y herramientas actuales se pueden tomar decisiones de planificación y gestión que se alejen mucho de la improvisación y con la certeza de que se han tenido en cuenta la infinidad de variables que afectan a cada metro cuadrado de nuestro territorio.

El conocimiento e intuición de los equipos técnicos, al fin y al cabo humanos, no son suficientes para afrontar muchos y graves problemas medioambientales.

Las medidas preventivas en la gestión diaria del Medio Ambiente, con una detección

rápida de los problemas, son las que evitan los graves e irreversibles desastres.

La implantación de un GEOSISTEMA DE INFORMACIÓN MEDIOAMBIENTAL, no es una tarea fácil; pero sí totalmente necesaria si queremos conseguir los objetivos que hemos planteado.

No hay que partir de cero ya que existe abundante experiencia y datos con mayor o menor calidad. Habrá que definir y analizar detenidamente cuales van a ser las necesidades y los requerimientos de los distintos usuarios de la Base de Datos, así como las aplicaciones que se pretendan implantar para el fácil acceso al sistema.

Se debe comenzar por definir un MODELO TERRITORIAL capaz de gestionar el ámbito objeto del estudio, no solamente con los datos actuales sino con todos aquellos que podemos generar con las nuevas técnicas. El modelo debe ser abierto, ya que los ecosistemas generan cambiantes atributos, máxime si están influenciados por las acciones del hombre.

Este modelo territorial permitirá el intercambio de información en formato digital con los más importantes centros de generación cartográfica. La estructura temática y su organización en clases, permite incorporar todas aquellas nuevas clases o temas que se consideran necesarios, así como incorporar objetos conforme al mundo real.

La evolución experimentada por la tecnología de los sistemas de información en estos últimos años, tanto a nivel de hardware como de software, ha permitido el desarrollo de modernas herramientas que facilitan enormemente la gestión del territorio a través de datos en sus distintos formatos: gráficos, alfanuméricos y raster.

## GEOSISTEMA DE INFORMACIÓN DE LA COMUNIDAD DE MADRID

La Agencia de Medio Ambiente, dependiente de la Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Regional del Gobierno de Madrid, está desarrollando un sistema informático para la planificación y gestión integral del Medio Ambiente.

Es una Base de Datos única (servidor) se integrarán los datos geográficos, de imágenes y temáticos, tanto del Medio Natural como del Medio Urbano.



Los datos de un geosistema de información constituyen el corazón del mismo y como tal han de tratarse. Esta fase será tratada de forma muy especial, ya que la calidad y fiabilidad de los mismos, dependerán los resultados de los análisis posteriores que se realicen.

Centrándonos en el Medio Ambiente Natural de la Comunidad de Madrid, en 1994 se presentaron las Bases de Planificación del Medio Natural de la Comunidad de Madrid, como marco director de los planes, programas y proyectos que constituyen la planificación del Medio Natural.

Dicho marco director comprende los condicionantes históricos, políticos y socioeconómicos que definen el estado actual y las necesidades del ámbito forestal y de conservación de la naturaleza en la Comunidad de Madrid.

En el marco de la Ley 16/1995, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid, la planificación se desarrolla en el PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN DEL MEDIO NATURAL madrileño, articulado en 10 planes integrados, que constituyen las líneas maestras de actuación representativas de todos los aspectos y vertientes del ámbito natural.

Se proporcionan las directrices básicas para el desarrollo de cada uno de los siguientes programas o planes integrados en el Plan General:

- Restauración Y Mejora De La Cubierta Vegetal
- Defensa De Los Ecosistemas Forestales (incendios Y Plagas)
- Protección del suelo y de los recursos hídricos
- Protección de los espacios naturales
- Protección y manejo de la fauna
- Ordenación de recursos forestales
- Uso público y educación ambiental
- Participación social
- Estructura organizativa
- Investigación ecológico-forestal

Para la correcta implantación de estos planes y proyectos, se considera necesaria la adecuación y actualización de la información existente, así como la obtención de toda aquella información complementaria que se considere interesante para la generación de una Base de Datos Georreferenciada del Medio Natural, con la definición y resolución que se estimen operativas y que permitan el desarrollo de la planificación en actuaciones y proyectos concretos, mediante el apoyo de un sistema informático asociado a la Base de Datos de forma que ocurre la integración e interconexión informatizados de los aspectos temáticos que inciden en el Plan.

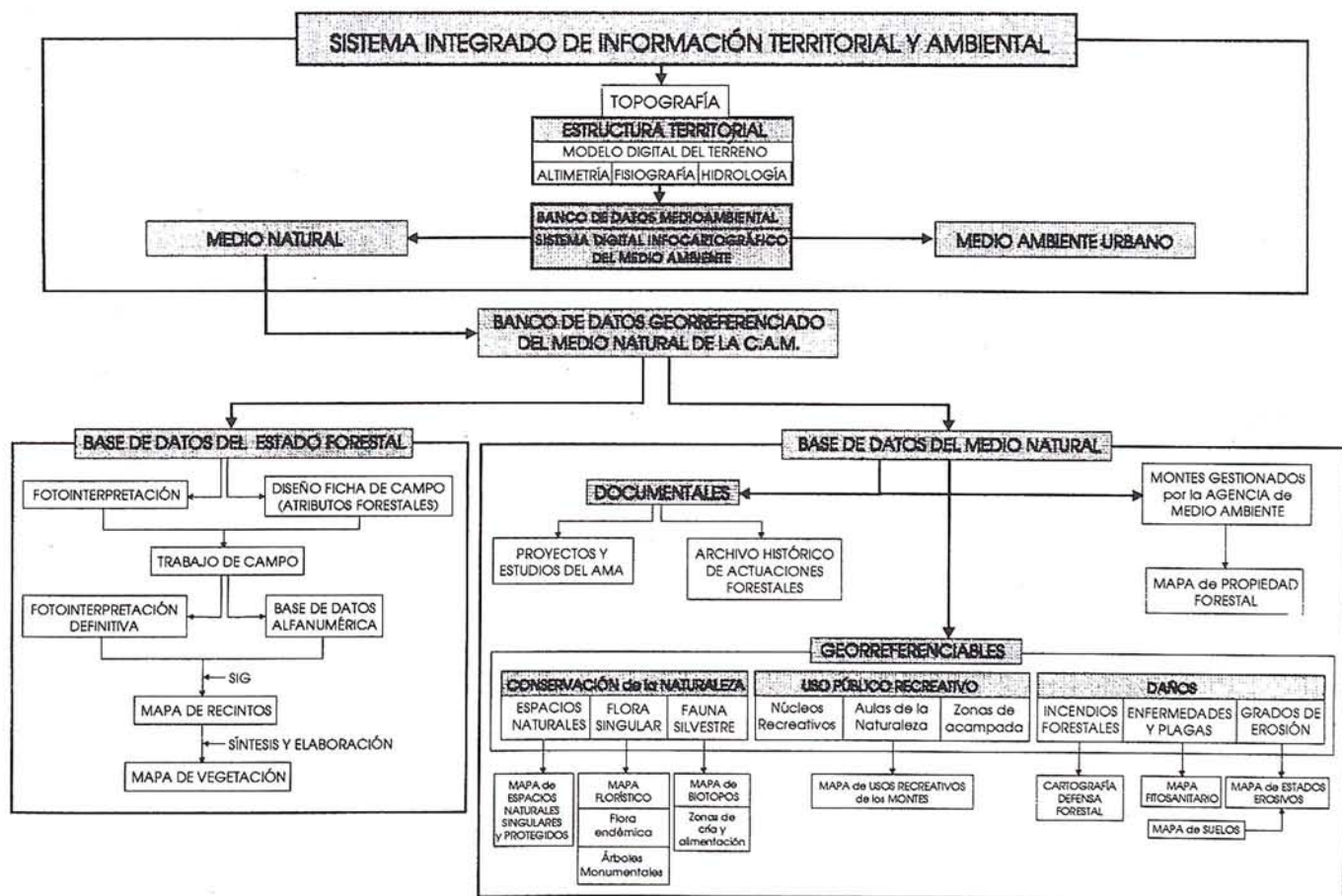
Así mismo, será la herramienta que permita la consecución de distintos productos, en

especial, cartografía temática que se pueda generar sobre el territorio, para poder desarrollar las directrices del Plan Forestal y emprender la gestión operativa del territorio. Para ello es imprescindible disponer de la información suficiente de dicho territorio, realizando un inventario que contenga los parámetros y características adecuadas organizadas en una Base de Datos informatizada, susceptible de ser integrada en el geosistema de información medioambiental de la CAM.

Se pretende conseguir:

- Una cartografía actualizada de la vegetación madrileña y su estado forestal, a escala 1:10.000 adecuada para la gestión y planificación del Medio Natural.
- Una Base de Datos alfanumérica asociada a este mapa con toda la información necesaria para optimizar la gestión.
- Un Banco de Datos que recoja información de diversa índole (propiedad, aprovechamientos de los recursos naturales, incendios forestales, uso público y recreativo, habitats y especies protegidas, espacios naturales protegidos, etc...) de fácil y rápida actualización, y de gran utilidad para cualquier tipo de actividad planificadora o gestora del Medio Ambiente.

El proceso metodológico se recoge en el siguiente cuadro:





# EUUI

## M E D I O A

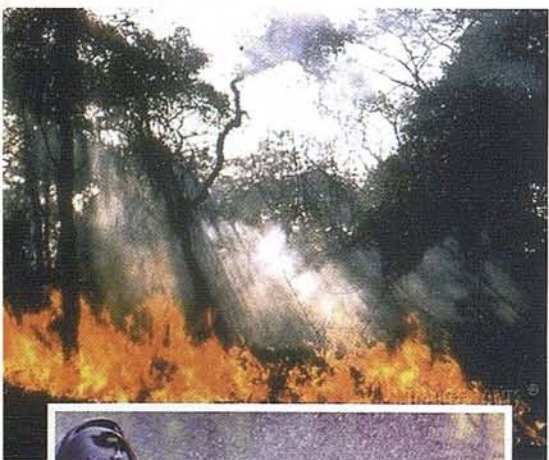
### FORESTAL

#### Control de la erosión

- *Fijación de taludes*

#### Servicios forestales

- *Tratamientos selvícolas*
- *Entresacas*
- *Repoblaciones forestales*
- *Ordenaciones cinegéticas*
- *Planes de caza*
- *Asistencias técnicas*



- *Restauraciones hidrológicas*
- *Tratamientos preventivos contra incendios*
- *Apertura y conservación de caminos y vías forestales*
- *Estudio de riesgos y planes de evacuación y emergencia*
- *Planes de formación en la lucha contra incendios*
- *Lucha contra la desertización*

#### Servicio integral Forestal (SIF)

Retenes de incendios (prevención y extinción)

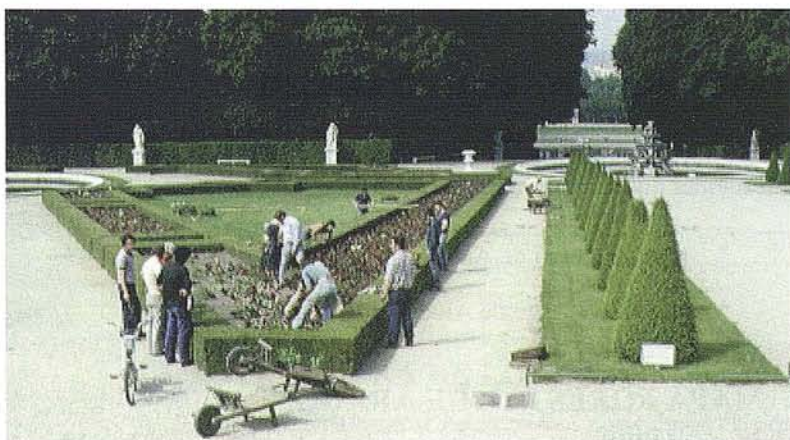


# EULEN

## AMBIENTE

### JARDINERIA Y PAISAJISMO

- Implantación y conservación de zonas verdes
- Recuperaciones ambientales y paisajísticas
- Pavimentos deportivos de hierba natural
- Control fitosanitario
- Riegos y drenajes
- Mobiliario urbano



#### DELEGACIONES EN TODA ESPAÑA

##### ANDALUCIA

*Sevilla*

Tel.: 95/435 00 53

*Almería*

Tel.: 950/14 06 74

*Cádiz*

Tel.: 956/34 06 64

*Córdoba*

Tel.: 957/47 05 19

*Granada*

Tel.: 958/25 03 08

*Huelva*

Tel.: 959/28 48 53

*Jaén*

Tel.: 953/25 97 01

*Málaga*

Tel.: 95/231 28 58

##### LEON-CANTABRICO

*Oviedo*

Tel.: 98/529 16 99

*León*

Tel.: 987/22 38 37

*Santander*

Tel.: 942/37 55 04

##### CANARIAS

*Las Palmas de G. Canaria*

Tel.: 928/23 27 23

*Tenerife*

Tel.: 922/28 36 64

##### CASTILLA

*Valladolid*

Tel.: 983/47 19 16

*Burgos*

Tel.: 947/25 70 18

*La Rioja*

Tel.: 941/22 09 73

*Palencia*

Tel.: 979/72 10 88

*Segovia*

Tel.: 921/41 20 10

*Salamanca*

Tel.: 923/21 95 67

*Zamora*

Tel.: 980/52 51 63

##### LEVANTE

*Valencia*

Tel.: 96/393 00 13

*Flexiplan Valencia*

Tel.: 96/367 57 39

*Alicante*

Tel.: 96/592 41 43

*Castellón*

Tel.: 964/21 05 35

*Murcia*

Tel.: 968/21 77 63

##### NORTE-EBRO

*Bilbao*

Tel.: 94/476 12 36

*Huesca*

Tel.: 974/23 81 00

*Pamplona*

Tel.: 948/17 11 86

*San Sebastián*

Tel.: 943/42 94 38

*Teruel*

Tel.: 978/61 70 50

*Vitoria*

Tel.: 945/21 40 65

*Zaragoza*

Tel.: 976/47 00 51

##### CATALUÑA

*Barcelona*

Tel.: 93/305 04 55

*Flexiplan Barcelona*

Tel.: 93/487 20 97

*Gerona*

Tel.: 972/21 41 18

*Lérida*

Tel.: 973/21 00 15

*Palma de Mallorca*

Tel.: 971/46 71 11

*Tarragona*

Tel.: 977/23 53 53

##### CENTRO

*Albacete*

Tel.: 967/21 75 28

*Badajoz*

Tel.: 924/22 12 48

*Cáceres*

Tel.: 926/22 08 14

*Ciudad Real*

Tel.: 926/27 00 13

*Madrid*

Tel.: 91/631 09 00

*Toledo*

Tel.: 925/21 36 52

*Cuenca*

Tel.: 969/21 26 06

##### GALICIA

*La Coruña*

Tel.: 981/28 24 55

*Lugo*

Tel.: 982/20 17 19

*Ortense*

Tel.: 988/ 25 21 64

*Pontevedra*

Tel.: 986/22 02 81

##### CENTRAL

*Madrid*

Tel.: 91/631 08 00



**EULEN**



# DOS EJEMPLOS DE UTILIZACION DE LOS S.I.G. EN LA GESTION FORESTAL Y UN SISTEMA DE INFORMACION TERRITORIAL APLICADO A LA MISMA

Jesús Pemán García.

Ingeniero de Montes de la D. Gral de Estructuras Agrarias. DGA

Si siguiendo la línea de exposición del artículo anterior sobre la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica a la lucha contra los incendios forestales, esta comunicación pretende dar a conocer dos aplicaciones más de utilización de estos sistemas así como esbozar, muy superficialmente, lo que debiera ser un Sistema de Información Territorial, aplicado a la gestión forestal. Las dos aplicaciones que se presentan son:

- \* Mapa Forestal de Aragón, a escala 1:50.000
- \* Mapa de Riesgo de Aludes, a escala 1:50.000

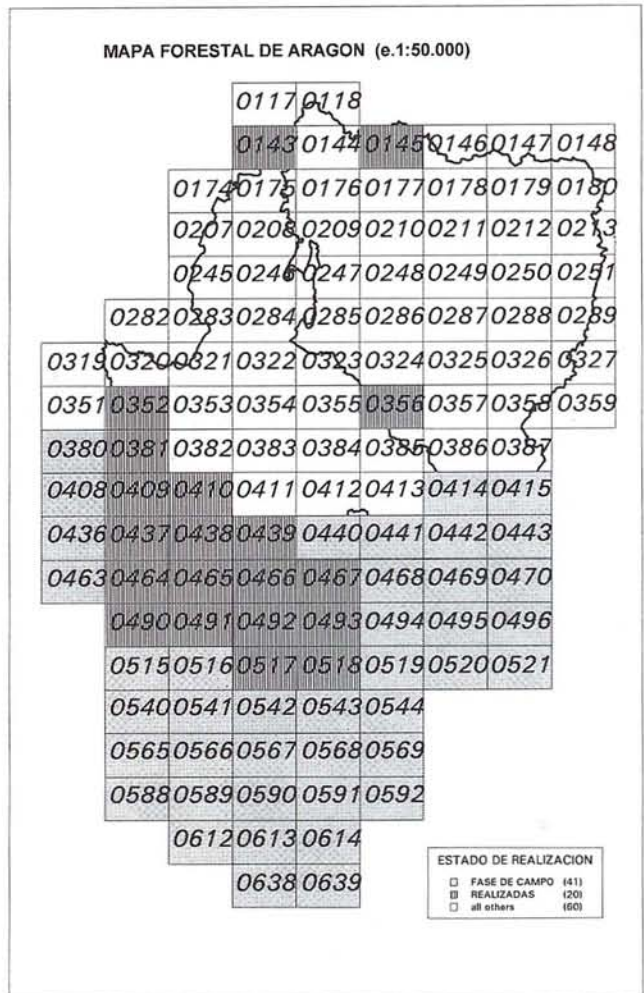
## 1. MAPA FORESTAL DE ARAGON (e.1:50.000)

En la actualidad, constituye uno de los más ambiciosos proyectos que se han desarrollado sobre elaboración de cartografía temática en Aragón. Se comenzó a desarrollar en 1990 y hasta la fecha hay realizadas 20 hojas (17%) y en fase de elaboración 41 (34%) de las 120 hojas que comprende el territorio de la Comunidad.

Su objetivo es la representación de las diferentes agrupaciones vegetales que conforman el paisaje vegetal de nuestro territorio y aporta diversa información sobre las mismas para su utilización de diferentes aplicaciones forestales.

Su metodología es la misma que la del Mapa Forestal de España (e.1:200.000), que en la actualidad está elaborando el ICONA y del que es autor D. Juan Ruiz de la Torre, Catedrático de Botánica de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Madrid. Precisamente el origen de este proyecto autonómico surgió a raíz de la elaboración de esta cartografía nacional y esta siendo posible su desarrollo gracias al acuerdo de colaboración realizado con el ICONA mediante el cual, dicho organismo facilita toda la información generada en el mapa nacional y la Comunidad le facilita el resultado final de la hoja 1:50.000 en formato digital.

Las características que define su metodología se describe, muy brevemente, a continuación:



### 1.1. TIPO DE CLASIFICACION

Es fisionómica o fisionómica ecológica. La definición de cada tesela o recinto con representación espacial se realiza a través de los siguientes parámetros:

- \* *Definición de la agrupación vegetal:* en donde se distinguen las agrupaciones dominadas por una especie claramente, en cuyo caso recibe el nombre derivado de la misma, o las agrupaciones sin especie clara dominante, que reciben un nombre genérico. Su representación en el plano se hace mediante signos y símbolos.
- \* *Tipo Climático Estructural (TCE):* este concepto trata de representar el grupo fisionómico-fisiológico-estructural de estirpes vegetales con aprovechamiento máximo de los recursos naturales primarios (RUIZ DE LA



TORRE.1990). Su sistema de representación en el plano se hace mediante los colores de fondo de cada una de las teselas, que dependen del TCE y del nivel de madurez.

- \* *Nivel de Madurez:* mediante este concepto se trata de estimar la posición relativa de un tipo de cubierta vegetal entre el desierto completo, nivel O, y una situación teórica estable de máxima adaptación a las condiciones del medio, nivel 9. Este nivel, según su autor, representa más una "categoría de estructura" o "valor protector", que una fase de evolución o camino recorrido hasta la teoría climax. Su representación en el plano se materializa, como se indicó en el párrafo anterior, mediante el color de fondo de la tesela.
- \* *Talla de los estratos o grupos dominantes, tipos especiales de distribución de especies arbóreas, tipos especiales de sustratos, estructuras cormóticas dominantes, etc.* Toda esta información se representa mediante tramas o sobrecargas en las teselas.

## 1.2. OTRA INFORMACION DE INTERES

En los trabajos de campo se recoge, además de toda la información anterior, otra que puede tener interés para distintos trabajos forestales, como es el caso de:

- \* Fracción de cabida cubierta de las especies arbóreas dominantes.
- \* % cubierta total de la agrupación.
- \* Estado de la masa (clases naturales de edad).
- \* Ocupación (importancia de las sp arbóreas en la producción maderera).
- \* Uso al que esta sometido dicha agrupación.
- \* Origen de la masa, especificando el método de repoblación seguido en el caso de que este sea artificial.

## 1.3. METODOLOGIA

Las fases principales de la metodología seguida, son las siguientes:

- \* Recopilación de información.
- \* Fotointerpretación (fotogramas vuelo 1983-87, e. 1:30.000).
- \* Trabajos de campo.
- \* Transferencia de imágenes foto-plano.
- \* Digitalización y asignación de atributos.
- \* Control de calidad.

## 1.4 APLICACIONES

Las aplicaciones que se pueden realizar con este tipo de información sobre un soporte SIG son innumerables y varia-

dísimas, algunas de las cuales están ya en fase de elaboración para la provincia de Teruel.

Entre esta gran variedad de aplicaciones se destacan las siguientes:

- \* Confección de la estadística de distribución de la vegetación por término municipal y monte.
- \* Estudio histórico y seguimiento de las labores de repoblación realizadas.
- \* Elaboración de la cartografía de distribución de los TCE, que sirve de base para conocer la potencialidad del territorio.
- \* Elaboración de la cartografía de combustibilidad forestal y de inflamabilidad de las diferentes especies forestales, imprescindible para la estimación del riesgo espacial de incendios.
- \* Elaboración de la cartografía de índices de protección de la vegetación frente a los fenómenos de erosión hídrica.
- \* Contribución a la estimación de estaciones forestales mediante la integración con otros parámetros de tipo climático y edáfico.
- \* Contribución al análisis de las tierras agrícolas marginales abandonadas, con objeto de definir su vocación forestal.

## 1.5. ESTRUCTURA DE LOS DATOS

Por cada una de las teselas o recintos con representación existe un registro en el que cada una de las variables y parámetros descritos constituye un campo. La información gráfica del mapa está almacenada por hojas del mapa 1:50.000, mientras que la información alfanumérica asociada lo está en diferentes bases relacionadas entre sí. Así en un base de datos general se recogen todas las agrupaciones hasta la fecha inventariadas en los trabajos del mapa, con su definición y la descripción de las características de representación. En otras bases de datos, una por hoja, se recogen todos los datos para cada una de las teselas representadas en la hoja.

La disposición de la información por hojas de 1:50.000 se realiza para facilitar la consulta y edición en determinadas aplicaciones, sin que esto sea un inconveniente para que en otras aplicaciones se maneje en forma de mapa continuo.

## 2. MAPA DE RIESGO DE ALUDES (e.1:50.000)

Esta cartografía, que en la actualidad se está elaborando, es consecuencia de un proyecto que pretende definir las zonas de riesgo de aludes en el pirineo aragonés (e.1:50.000) para aquellas cotas que puedan suponer un riesgo para las personas o infraestructura de interés y el diseño a escala 1:5.000 de las medidas de defensa que se precisan. A diferencia de el caso anterior, no pretende elaborar una cartografía temática de este riesgo con minuciosidad, objetivo que está desarrollando el



Instituto Tecnológico y Geominero de España a escala 1:25.000 y que se expondrá, muy probablemente por este organismo, en otra comunicación más adelante.

La metodología seguida en su elaboración es la comúnmente utilizada por franceses, italianos y americanos. En el proceso de realización se distinguen dos etapas:

- \* Elaboración del mapa de zona probable de aludes.
- \* Elaboración del mapa de vulnerabilidad.

La superposición de ambos define el riesgo espacial de aludes.

## 2.1. MAPA DE ZONA PROBABLE DE ALUDES

Su objetivo es representar aquellas zonas donde se localizan aludes conocidas por encuestas a la población o por pruebas encontradas en el terreno y aquellas donde se pueden localizar por las características propias del mismo. Consta de tres etapas, como son la fotointerpretación (fotogramas 1983-87, e.1:30.00), la cartografía de campo y las encuestas a la población.

En las fases de trabajo de campo y fotointerpretación se toman, entre otros, los siguientes datos: tipo de vegetación, rugosidad del terreno, longitud, pendientes, zonas de llegada, valoración de daños, intervalo altimétrico, etc. Toda esta información se asocia y graba a cada uno de los recintos representados en la cartografía. Esta información esta sometida a un mantenimiento constante con objeto de poder hacer un seguimiento de recurrencias de los aludes que se van produciendo.

La información que se representa en la parte gráfica son recintos cerrados recogiendo las zonas de aludes y las zonas con deflación y sobreacumulación nival y líneas abiertas para representar las cornisas de nieve, las contrapendientes y los trayectos o direcciones preferentes.

Para el análisis de pendientes y orientaciones hubiera podido ser de gran utilidad el SIG si se hubiera dispuesto del modelo digital del terreno a esa escala, pero no fue posible.

## 2.2. MAPA DE VULNERABILIDAD

La estimación de la vulnerabilidad se realiza a través de la valoración de los daños ocasionados a personas o infraestructuras o de los que puede causar y de la recurrencia observada en los mismos. Dada que la serie de datos existentes es muy corta en el tiempo, el análisis de la recurrencia es muy limitado, definiendo en la mayor parte de los casos la vulnerabilidad el volumen de los daños causados o que puede causar.

## 3. SISTEMA DE INFORMACION TERRITORIAL (SIT) APLICADO A LA GESTION FORESTAL

Para la gestión de los recursos naturales que forman parte del ámbito forestal es necesario una gran cantidad de información sobre una superficie considerable del territorio. Para

facilitar la toma de decisiones y la evaluación y valoración de las diferentes alternativas de gestión, se precisa de un sistema que sin exigir una gran formación al usuario, sea una herramienta legal, administrativa, técnica y económica para la toma de decisiones. Este sistema (COMAS & RUIZ, 1993) se compone de una base de datos, conteniendo los datos del territorio georreferenciados y por otro lado de las técnicas, y procedimientos necesarios para recoger, actualizar, procesar y distribuir sistemáticamente esos datos. Este sistema no está destinado a la realización de análisis espaciales complejos, para lo cual debe existir el SIG, sino para la gestión diaria de un técnico forestal y por tanto, para procesos inmediatos y repetitivos.

Sin entrar en profundidad sobre la características y requisitos que deberían tener esos datos georreferenciados, sus validaciones, normalizaciones, aplicaciones internas a realizar, etc, sí se pretende describir como conseguir que sea una herramienta útil, en los términos antes expresados. Así:

- \* *Herramienta legal*: se consigue mediante un módulo que defina las limitaciones y restricciones que sobre cada territorio imponen diferentes leyes sectoriales, como son las típicas del ámbito forestal, las de ordenación del territorio, las de conservación de la naturaleza, etc.
- \* *Herramientas administrativas*: se consigue mediante un módulo que permita hacer el seguimiento de todos los actos administrativos que afecten a una parte del territorio, como son los datos administrativos de los montes, expedientes de ocupación, permuta, compras, ventas, autorizaciones de servidumbre, o ejercicio de actividades sometidas a previa autorización por parte de la administración.
- \* *Herramientas técnicas*: se consigue mediante un módulo que gestiona y desarrolla todo tipo de aplicaciones anteriormente realizadas tendentes a suministrar información para la toma de decisiones de contenido técnico. Conlleva un exhaustivo inventario de todas las propuestas realizadas con anterioridad y de todas aquellas que están en distintos planes sectoriales (incendios, defensa contra la erosión, etc.)
- \* *Herramientas económicas*: supone la elaboración de un módulo que inventarie todas las decisiones de contenido económico ejecutadas con cargo a los planes de inversiones, planes de aprovechamientos, planes de mejora, etc.

Es necesario empezar a dar los pasos en esta dirección, por que es la única que permite contar con sistema verdaderamente eficaz en la toma de decisiones.

## BIBLIOGRAFIA

RUIZ DE LA TORRE. 1990 Memoria General del Mapa Forestal de España. ICONA

COMAS & RUIZ. 1993. Fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica. Ariel



# ISTEMAP

## Mapa Informatizado de España

ISTEMAP, es un programa interactivo, la calidad y definición de la cartografía es fiel reflejo del entorno geográfico.

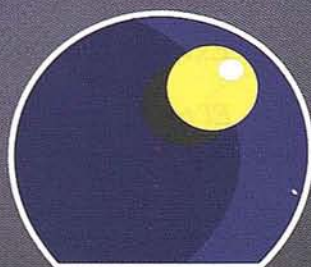
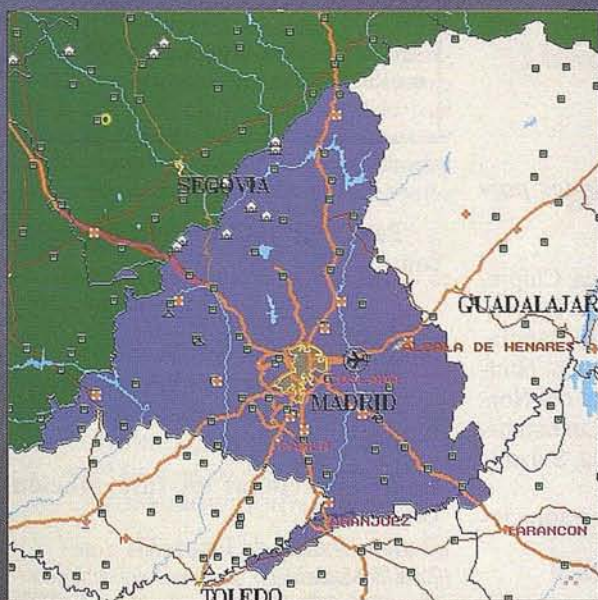
Las utilidades de su Software permiten:

- Desplazarse en cualquier dirección (función SCROLL).
- Localizar cualquier ciudad ,pueblo río,etc.. de forma automática y sencilla.
- Ampliar o reducir el nivel de detalle de una zona del mapa variando el nivel de escala (función ZOOM).
- Medir distancias (parciales / totales) y longitudes de los elementos existentes en el mapa.
- Conocer coordenadas UTM del cualquier punto de la cartografía.



### CONTENIDO DE LA INFORMACIÓN

- Cartografía Digital de España (escala 1:1.000.000).
- Comunidades Autónomas.
- Mapas provinciales.
- Principales vías de comunicación ( mas de 350 autopistas, carreteras nacionales o comarcales).
- Principales zonas fluviales (más de 400 ríos,embalses, etc)
- Más de 2.000 ciudades y pueblos.
- Más de 3.000 topónimos (playas,cabos,golfos,etc...).



**ISTESA**

INGENIERIA DE SISTEMAS TERRITORIALES, S.A.



DIGITALIZACIÓN GEOGRÁFICA, S.A.

**PC'S Y COMPATIBLES  
ENTORNO MS DOS  
DISQUETE 3 1/2"**

**DESEO RECIBIR "ISTEMAP" POR EL PRECIO DE 2.450 pts**  
más 250 pts. de gastos de envío.

Nombre: .....  
Dirección: .....  
Tel.: .....  
Provincia: ..... C.P.: ..... Localidad: .....  
Fecha: .....

Talón nominativo a MAP & SIG.  
 Transferencia a BANCO COMERCIAL  
n.º 927-10 - 65 0046  
enviando fotocopia del justificante

MAQUETACIÓN (8)  
LA FORMA DE PAGO ELEGIDA:  Tarjeta de crédito

Enviar a MAP & SIG CONSULTING  
Sta. Mª de la Cabeza, 42 - 28045 MADRID  
FAX: (91) 528 64 31





**El Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG)**

Mantiene abierta una línea internacional de trabajo participando en proyectos que impulsan y estimulan el intercambio de información geográfica. Uno de estos proyectos (del que el CNIG forma parte desde su creación) es el Grupo MEGRIN (Multipurpose European Ground Related Information Network). El fichero LACE (Límites Administrativos Continuos de Europa) es el primer producto de alta calidad ofrecido por MEGRIN de una serie que pretende conseguir a corto plazo una información geográfica de referencia para Europa.

LACE contiene una serie de datos, en formato vectorial, con las unidades administrativas existentes en Europa. Fue creado a partir de los ficheros de datos de límites administrativos que las Agencias Nacionales de Cartografía suministraron al grupo MEGRIN. El nivel más bajo en las unidades administrativas correspondientes, en cada país, a las últimas unidades administrativas que cuentan con representante elegido electoralmente, esto es Wards/Commune/Término municipal.

LACE contiene para cada unidad administrativa:

- \* un identificador único basado en el código nacional
- \* el nombre en su idioma
- \* el nivel al que pertenece en su estructura jerárquica nacional

**Lanzamiento de una base de datos panaeuropea**

- \* el nivel otorgado por EUROSTAT
- \* en las unidades administrativas con el nivel más alto se incluye el identificador del nivel administrativo más bajo que sustenta la administración local.

LACE contiene para cada límite administrativo, su nivel en la estructura jerárquica nacional, y su nivel según criterios de EUROSTAT.

LACE 200\* A escala aproximada de 1:1 000 000

También están disponibles versiones personalizadas de LACE, por ejemplo:

- \* Grupo de países (un mínimo de dos)
- \* Grupo de regiones cercanas a las fronteras internacionales
- \* Con diferente formato.



**Extensión Geográfica:**

*El territorio de los siguientes países:*

Alemania, Austria, Bélgica, Chipre, República Checa, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Finlandia, Francia, Gran Bretaña, Holanda, Hungría, Islandia, Irlanda, Irlanda del Norte, Letonia, Liechtenstein, Luxemburgo, Noruega, Portugal, Suecia, Suiza.

Se puede elegir entre dos resoluciones (30m y 200m):

LACE 30\* A escala aproximadamente de 1:100 000

**Precios (en ECUS)**

Unión Europea (UE)+Asociación Europea de Países de Libre Comercio (AELC)

LACE 30= 109000 LACE 200=12000

UE + AELC+Países de Europa Central y del Este:

LACE 30= 121000 LACE 200=13000

Futuras Actualizaciones:

LACE 30 = 10000

LACE 200 = 1000

Formato:

Arc/info export de ESRI en cd-rom (norma ISO 9660)

Para más información contactar con:

Joaquín A. Rodríguez

Victoria Rivera

**Centro Nacional de Información Geográfica**

General Ibáñez de Ibero, 3

28003 Madrid

Fax (91) 553 29 13

Tels (91) 536 06 36 (91) 554 16 45



I Jornadas de Ayuntamientos usuarios de Tecnología S.I.G.

GLOBAL PRESENTA SOLUCIONES DE FUTURO PARA LA GESTIÓN MUNICIPAL

GLOBAL, empresa del Grupo CADIC, da a conocer el sistema IDPLAV, sistema de localización automática de vehículos capaz de suministrar información sobre su posicionamiento, su estado y rutas entre otras muchas posibilidades. Un GPS, un GIS y un sistema de comunicaciones inalámbricas que el usuario elige de acuerdo con sus necesidades componen la base de una de las aplicaciones tecnológicas más útil y llamativa, una solución a los clásicos problemas de gestión de flotas que los ayuntamientos también pueden aprovechar hoy, sin esperar el futuro.

Valencia fue el pasado mes de enero foro de encuentro de los ayuntamientos españoles que utilizan la tecnología SIG. La razón de unas jornadas dirigidas a los municipios en su papel de usuarios de información geográfica es bien clara, gran parte de su gestión está relacionada con el mundo geográfico, ya que el conocimiento real y profundo de la geografía de la ciudad es condición necesaria para la redacción del planteamiento urbano, la información urbanística, el desarrollo de la gestión y la ejecución de proyectos de urbanización.

La problemática específica de la administración local y las posibilidades de los últimos sistemas tecnológicos han sido los temas centrales que se discutieron a lo largo de las ponencias, mesas redondas y presentación de aplicaciones. Entre estas últimas GLOBAL, la empresa valenciana del Grupo CADIC especializada en tecnología y servicios de topografía y cartografía, ha presentado bajo el nombre IDP-LAV un sistema de análisis y gestión de flotas diseñado para el seguimiento y comunicación automático de vehículos. Este sistema de posicionamiento geográfico válido para todo tipo de vehículos terrestres, marítimos y aéreos permite transmitir bidireccionalmente con cualquier cobertura datos, imagen y voz.

SISTEMA IDP-LAV

El IDP-LAV, localizador automático de vehículos, integra:

- POSICIONAMIENTO mediante GPS, odómetros y giróscopos.
- CARTOGRAFÍA EMBARCADA en el móvil.
- COMUNICACIONES INALÁMBRICAS VHF/UHF, trunking, GSM e Inmarsat.
- CENTRO DE GESTIÓN remoto de flotas.

Estos elementos integrados permiten optimizar los costes de comunicación en un 90%, disponer de análisis, posibilidad de gestión y control de los conductores, los vehículos

COMUNICACIÓN BIDIRECCIONAL CENTRAL	COBERTURAS MÓVILES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- RADIO</li> <li>- TRUNKING</li> <li>- GSM</li> <li>- INMARSAT</li> <li>- MICRO ONDAS</li> <li>- RSDSI, RTC y X5</li> <li>- INFOVIA e INTERNET</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cobertura de usuario.</li> <li>- Cobertura de ciudades.</li> <li>- Cobertura europea.</li> <li>- Cobertura mundial.</li> <li>- Cobertura máxima 100 Km.</li> <li>- Cobertura entre centrales y subcentrales.</li> <li>- Intercamunicación nacional y mundial.</li> </ul>

y las rutas y obtener una comunicación inmediata entre móvil y central siempre que se desee.

Este depurado sistema, resultado de miles de horas de trabajo, ofrece como novedad mundial la cartografía incorporada (digital, georeferenciada e identificada), poniendo a disposición de usuario una enorme cantidad de datos de todo el territorio español. Su instalación en el móvil y en la Central permite múltiples zooms y la asignación de datos y rutas por el propio usuario.

IDP-LAV responde a un gran esfuerzo por abaratar el coste de las comunicaciones y, al tiempo, adaptarse a las coberturas elegidas por los usuarios. Para ello dispone de todos los protocolos que responden a las distintas necesidades que pueden darse.

POSIBILIDADES CONCRETAS PARA EL USUARIO

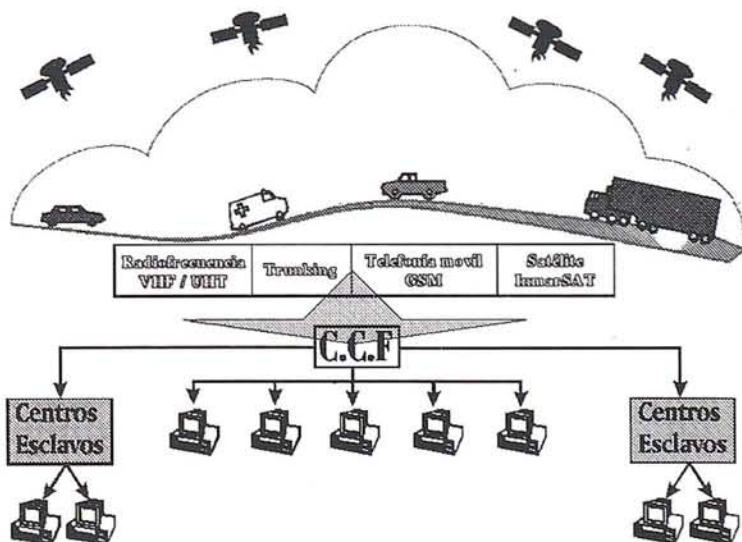
Entre otras posibilidades el usuario del IDP-LAV puede desde su móvil conocer su posición en el mapa de la pantalla, pedir la mejor ruta a un destino, solicitar el estado de las carreteras, enviar y recibir mensajes, so-

licitar ayuda automática o manualmente a la central en caso de robo, atraco o accidente, seguir la ruta marcada de lugares de entrega y recogida y crear rutas y marcas propias y recuperarlas cuando las necesite. Puede también conectar hasta 256 sensores analógico-digitales de apertura de puertas, carga de combustible, estado o cantidad de Km recorridos...

La Central es capaz de definir vehículos y conductores con sus características, crear o cambiar rutas en tiempo real y enviarlas al móvil, saber dónde está un vehículo o toda la flota, programar llamadas automáticas del móvil a la central sin intervención del conductor, ordenar a cada vehículo los datos a grabar y los intervalos de tiempo, enviar cualquier mensaje mediante datos, imagen o voz.

GLOBAL e IDP Technologies, empresa que ha diseñado el sistema, establecen con cada cliente un proceso de aplicación que consiste en estudiar sus necesidades concretas, realizar el proyecto para su aplicación específica, analizar costes, implantar, formar a los usuarios y realizar el seguimiento. Toda una solución de futuro que puede disfrutarse hoy.

Descripción del Sistema





## NOTICIAS TOPCON

### NUEVO TEODOLITO ELECTRÓNICO DE TOPCON

Topcon Corporation ha presentado el nuevo teodolito electrónico DT-106 para trabajos de en obra. Se trata del 5º modelo de la serie DT-100, dispuesto para cubrir los trabajos de ingenieros y topógrafos que requieran una lectura angular de 20" (50cc).

Este económico modelo de aspecto robusto y fácil manejo, cumple la normativa internacional IPX2 para protección contra la entrada de agua.

Se caracteriza, asimismo, por su fácil operación, la pantalla iluminada de 2 líneas, el sencillo teclado de 4 teclas, plomada óptica incorporada, plataforma nivelante fija, 4 pilas estándar AA y señal audible a cada cuadrante de 90º del ángulo horizontal para facilitar el replanteo. El DT-106 dispone de plataforma de rápido centrado para agilizar la colocación del aparato.

La exactitud (basada en desviación estándar DIN18723) es 10" con una mínima lectura angular de 20" (50cc).

Las funciones del DT-106 se activan fácilmente desde el teclado. La lectura del ángulo horizontal puede realizarse a derecha e izquierda. El ángulo vertical aparece expuesto en unidades angulares o porcentajes, mientras que el limbo horizontal puede colocarse en 0 o se puede arrastrar/liberar el ángulo requerido conforme a un punto de referencia determinado.

El DT-106 de Topcon es un sencillo teodolito, ideal para mejorar la precisión en trabajos básicos de replanteo, en la propia obra.

### NUEVA ESTACIÓN TOTAL "TODO TIEMPO" DE TOPCON

Topcon Corporation (Japón) ha presentado una nueva serie de Estaciones Totales con avanzadas prestaciones, nunca antes disponibles en instrumentos topográficos para Construcción.

La nueva GTS-210 es sucesora de la serie GTS-200 y el último equipo incorporado a la gama de Estaciones Totales para Construcción, de las que TOPCON fue pionera con las primitivas CTS-1 y CTS-2.

La GTS-210 dispone de memoria interna y un programa incorporado que hacen de esta serie la primera Estación Total "TODO TIEMPO" para trabajos topográficos y de construcción.

Manteniendo las exclusivas cualidades de impermeabilidad de la serie GTS-200, con protección contra la entrada de agua según la norma internacional IPX6, la serie GTS-210 comprende 3 modelos con diferente alcance, capacidad informática y de memoria.

Con la serie GTS-210 ya no necesitará llevar al campo ningún colector de datos ni cable de transmisión. Su construcción especialmente sellada, con el programa incorporado y la memoria interna, son las únicas herramientas imprescindibles para la mayoría de las aplicaciones topográficas.

El mod. superior de esta serie es el GTS-211D con compensador de doble eje, exactitud angular de 5" (15cc), mínima lectura angular de 1" (2cc) y alcance de 1100m. con una precisión de 3mm + 2ppm, con un sólo prisma.

El mod. GTS-212 tiene compensador de eje único, exactitud angular

6" (18cc), mínima lectura angular 1" (2cc) y alcance 900m con una precisión de 3mm + 5ppm con un prisma.

También el mod. GTS-213 cuenta con compensador de eje único y tiene una exactitud angular de 10" (30cc). Mínima lectura angular de 5" (10cc). Alcance en medición de distancia: 600m, con una precisión de 5mm + 5ppm, con un prisma.

Los mod. GTS-211D y GTS-212 disponen de memoria interna con capacidad para 2400 puntos en medición y hasta 4800 en replanteo. Ambos modelos incorporan un programa especial para toma de datos y replanteo. Una de sus principales características es su sencillo teclado, nítida pantalla y programa con menú operado mediante 4 teclas informáticas. Los puntos tomados se pueden describir y codificar mediante caracteres alfanuméricos, con un sencillo proceso de ingreso de datos que requiere el mínimo nº de teclas.

El programa de toma de datos incluye la selección de la secuencia de registro de los mismos, medición de puntos excéntricos, ingreso del factor de escala y posibilidad de selección de diversos formatos de salida.

El programa para replanteo permite el ingreso de coordenadas desde el teclado o cargándolas directamente desde un ordenador, y recuperar en pantalla un nº de punto. También incluye la rutina para bisección.

La memoria interna del GTS-213 permite almacenar hasta 600 puntos de replanteo y dispone de un programa para replanteo y medición simple de puntos.

Esta serie también se caracteriza por su batería de larga duración (3.5h), el cargador rápido, la plataforma nivelante desmontable y las diversas rutinas para aplicaciones de medición.



# REALIZACIÓN DE ORTOFOTOS DIGITALES MEDIANTE ORDENADOR

Conrado Sánchez López<sup>(\*)</sup>  
César Fernández de Gamboa<sup>(\*)</sup>

<sup>(\*)</sup> SIGRID, S.L.

## 1. Introducción

De la misma forma que hace 10 años, los tratamientos de textos comenzaron a sustituir paulatinamente a las máquinas de escribir, el estado de la tecnología actual permite que hoy en día, el sistema tradicional para la generación de ortofotos pueda ser sustituido por un sistema de tratamiento informático mediante ordenadores.

Las precisiones conseguidas por este sistema en la generación de ortofotos son similares a las logradas con equipos convencionales mucho más caros. Así mismo, la necesidad de mano de obra que requiere el sistema es notablemente más reducida.

## 2. Ventajas del sistema

El sistema permite trabajar tanto en blanco y negro como en color.

Una de las mayores ventajas que ofrece esta metodología, se basa en la **reducción de costes** en la generación de ortofotos. Ello es debido a que el proceso de obtención de las mismas es, en su mayor parte, **totalmente automático**, reduciendo al mínimo la necesidad de operadores.

El ahorro en mano de obra y en inversión de equipos necesarios, permite la obtención de ortofotos a precios **muy ventajosos** con respecto a los sistemas convencionales, y además la precisión

obtenida es similar a la que se logra con los medios tradicionales más sofisticados.

Por otra parte la ortofoto resultante se obtiene en **formato digital**, con las ventajas que representa el poseer la información en este formato (*inalterabilidad a lo largo del tiempo, posibilidad de procesar la imagen mediante paquetes de software del mercado, salida por cualquier dispositivo gráfico tanto del presente como del futuro, etc.*).

Permite **superponer** cualquier **información vectorial** a la ortofoto digital. De esta forma se **aumenta** notablemente la riqueza de la información que puede aportar con respecto a la de una ortofoto convencional. Además, al estar la información en formato digital, puede mantenerse **actualizada** de una forma viva.



## 3. Otros posibles usos

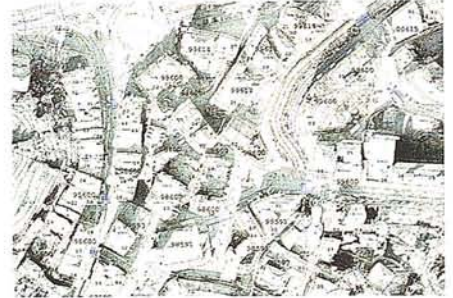
La posibilidad de obtener una ortofoto de precisión a un **coste reducido**, permite ampliar la utilización de esta tecnología para diferentes aplicaciones.

A continuación se sugieren algunos posibles usos:

### – Actualización de cartografía antigua:

Si se desea actualizar cartografía existente, se puede aplicar esta metodología permitiendo su puesta al día a un **coste muy reducido**. Para ello se seguirán los siguientes pasos:

1) Se realiza un nuevo vuelo de la zona a tratar.



2) Se levanta un nuevo apoyo, o bien se aprovecha el utilizado para la cartografía antigua.

3) Se obtiene el modelo digital del terreno (para ello se puede utilizar la cartografía antigua).

4) Con estos datos se genera la ortofoto digital.

5) A continuación se superpone la cartografía existente a la ortofoto.

6) Se comprueban sobre la ortofoto las **variaciones registradas**, modificando aquellos elementos cartográficos que hayan sufrido variación, y añadiendo los de nueva aparición.

### – Control de calidad de la cartografía:

Para realizar un **control de calidad** de una cartografía contratada, se puede proceder de la siguiente forma:

1) Se genera una ortofoto digital, mediante un proceso similar al señalado en el punto anterior.

2) Se superpone la ortofoto y la cartografía realizada por la empresa contratada.

3) Se comprueba sobre la ortofoto que figuran todos los elementos susceptibles de ser cartografiados y que éstos están localizados en la posición correcta.

4) Si la cartografía contratada dispone de altimetría, se recomienda utilizar esa altimetría para generar el modelo digital del terreno necesario para la ortofoto, ya que además de suponer un ahorro sirve





para detectar a la vez los posibles errores altimétricos (pues en el caso de existir errores en las cotas, éstos provocarían errores en la ortofoto generada y por lo tanto no encajaría la imagen sobre la cartografía realizada).

#### – Comprobación de infracciones urbanísticas:

Otro posible uso de las ortofotos digitales consistiría en la comprobación de **infracciones urbanísticas**. Para ello se operaría de la forma siguiente:

- 1) Se genera una ortofoto digital de la zona a estudiar (para lo que únicamente sería necesario contratar el vuelo, debido a que el resto de los datos necesarios, *apoyo y modelo digital del terreno*, se obtendrían de la propia cartografía).
- 2) Se superpone la cartografía catastral existente a la ortofoto.
- 3) A la vista de ambas informaciones, se detectaría de una forma inmediata cualquier **infracción urbanística y/o construcción no catastrada**.

#### 4. Metodología utilizada

Para la obtención de una ortofoto digital mediante esta metodología, se siguen los siguientes pasos:

##### a) Rasterización de las(s) foto(s) aérea(s), correspondiente(s) a la zona de la ortofoto.

Para ello se parte de los negativos correspondientes a las fotos aéreas, y se digitalizan mediante un **scanner de precisión**, con una densidad de **500 puntos por pulgada** (para el caso de una escala de ortofoto 5 veces superior a la escala de la foto aérea), lo que da un tamaño de **pixel** de ortofoto, de **0,2 mm.** sobre el papel.

##### b) Corrección de errores del scanner

A fin de eliminar los errores provenientes de la mecánica del scanner, la imagen obtenida se pasa por un proceso que elimina estos errores.

Para ello previamente se calibra el scanner, rasterizando una placa de precisión y obteniendo, por mínimos cua-

drados, las curvas polinómicas de ajuste del mismo.

Estas curvas de ajuste se aplican a la imagen rasterizada, eliminando de esta forma cualquier error proveniente del scanner.

##### c) Cálculo de posición de la cámara en el momento de la foto

Para ello se busca sobre la imagen cada una de las cuatro marcas fiduciales, obteniéndose sus coordenadas pixel y asociando a cada una de ellas sus correspondientes coordenadas foto (*coordenadas en micras, tomando como origen el fotocentro*). A partir de estos cuatro pares de coordenadas se obtiene, por mínimos cuadrados, los coeficientes de la **transformación afín**, que permiten pasar de coordenadas pixel a coordenadas foto.

Seguidamente, se buscan sobre la foto un mínimo de seis puntos de coordenadas perfectamente conocidas (*normalmente, puntos de apoyo provenientes de la aerotriangulación*) y los mismos puntos se identifican sobre la imagen rasterizada.

De esta forma, para esa serie de puntos obtenemos sus coordenadas foto y sus coordenadas terreno.

El sistema permite en ese momento calcular por mínimos cuadrados los coeficientes de la **rectificación diferencial** (*posición de la cámara en el momento de la foto*), así como, los residuos de cada punto de apoyo con esos coeficientes. El operador puede, en ese instante, eliminar del cálculo aquellos puntos que provocan unos residuos excesivos y recalcular hasta considerar que la solución es la correcta.

##### d) Obtención del Modelo Digital del Terreno

Para conocer las coordenadas pixel ( $X_p, Y_p$ ) correspondientes a un punto del terreno de coordenadas ( $X_t, Y_t, Z_t$ ), es imprescindible conocer la cota del mismo. Con el fin de conocer esta cota, el sistema es capaz de generar un **modelo digital del terreno**, a partir de una serie de líneas de altimetría conocida. Normalmente, se calcula a partir de las curvas de nivel, si bien se logra una

precisión aún mayor, si se incluyen también los puntos cota y las líneas de ruptura (*vaguadas, divisorias, etc.*).

##### e) Generación de la ortofoto

Una vez realizados todos los cálculos anteriores, se efectúa un proceso automático por ordenador con los siguientes pasos:

- 1) El terreno correspondiente a esa ortofoto, se divide en cuadrículas proporcionales a la escala a la que queremos la ortofoto (*0,2 x 0,2 mm, sobre el papel*).
- 2) Se calculan las coordenadas terreno ( $X_t, Y_t, Z_t$ ) correspondientes a cada centro de esas cuadrículas.
- 3) Se obtienen las coordenadas foto del centro de cada cuadrícula mediante las fórmulas de **rectificación diferencial**.
- 4) Se obtienen las coordenadas pixel de los mismos centros, mediante las fórmulas de **transformación afín**.
- 5) Se toma el color de ese pixel de la imagen rasterizada, siendo este el color que se aplica a esa cuadrícula de la ortofoto.
- 6) Se repite este proceso para cada una de las cuadrículas en las que se ha dividido la ortofoto.

##### f) Mejora de la imagen

En algunos casos puede ser conveniente que la imagen obtenida sea **mejorada** desde el punto de vista gráfico (*realce de contrastes, aumento o disminución de brillos, acentuación de ejes, etc.*), en función del uso que se quiera dar a esa ortofotografía, pudiéndose utilizar para ello cualquier software de uso comercial.

Este proceso es especialmente necesario, en el caso de que la ortofoto no provenga de una sola foto aérea, sino de dos o más. En este caso, sería necesario proceder a unir los trozos de ortofoto correspondientes a cada foto aérea, fundiéndolas en una sola imagen, operación que se realiza con gran facilidad usando este tipo de software.



## NOTICIAS INTERGRAPH

Intergraph Corporation y Oracle Corporation, las dos compañías principales dentro del Consorcio Open GIS (OGC), han anunciado con fecha del 13 de Febrero de 1996 su intención de colaborar en la definición de las fronteras comunes entre las tecnologías de Cartografía y de Sistemas de Información que constituyen un Sistema de Información Geográfica (GIS). Este esfuerzo de colaboración incluirá el desarrollo de un Interfaz de Programación de Aplicaciones (API) a fin de obtener datos GIS a partir de un servidor, incluir datos GIS en aplicaciones y el intercambio de datos entre las mismas.

Esta representación de GIS como componente de software permite la participación de aplicaciones de distintos suministradores dentro de una misma solución GIS. Suministradores tales como Intergraph pueden concentrarse en sus áreas familiares de aplicación -captura, visualización, análisis y presentación de datos con base geográfica- mientras que compañías especializadas en bases de datos, tales como Oracle, pueden focalizar su acción en el almacenamiento, búsqueda y suministro de datos desde un servidor a un cliente. Oracle e Intergraph colaborarán en la definición de un "ORE for GIS Data Server" para Oracle 7 soportando la Spatial Data Option de Oracle para utilización del software GIS de Intergraph.

OGC es una organización basada en el consenso de sus miembros para desarrollar una especificación común para geoprocesamiento interoperable. "Celebramos este anuncio de Intergraph", declaró David Schell, presidente del Consorcio. "Intergraph y Oracle han contribuido al proceso general de especificación de OGIS, y ahora integran OGIS en el entorno distribuido OLE/COM. Esta es una iniciativa vital dada la magnitud de la base instalada Windows, con lo que multitud de desarrolladores y usuarios tendrán ahora acceso al geoprocesamiento distribuido". El esfuerzo de desarrollo "OLE for GIS" tendrá lugar en el marco del proyecto Testhed que está desarrollando OGC dentro del Open GIS.

Intergraph, la mayor compañía mundial desarrollando aplicaciones compatibles OLE, aporta una larga experiencia en este proyecto. Intergraph desarrolló ya "OLE for Design and Modeling", como parte del programa de Soluciones para la Industria de Microsoft, y que consiste en un conjunto de especificaciones destinadas a facilitar la integración entre geometría 2D y 3D. "La tecnología Júpiter de Intergraph, nativa OLE/COM y Windows, convergerá con GIS y otras disciplinas a fin de producir aplicaciones plenamente compatibles OLE", en palabras de Tommy Steele, presidente de Intergraph Software Solutions. "El servidor de datos OLE

for GIS, desarrollado para la Spatial Data Option de Oracle, constituye una más de las ofertas que Intergraph está poniendo en el mercado".

Oracle, mediante su Spatial Data Option, proporcionará el elevado rendimiento requerido para soportar la interacción con los extensos conjuntos de datos GIS. El vicepresidente de Oracle, Frank Bishop, declaró: "Intergraph continúa siendo uno de los mayores suministradores de bases de datos relacionales Oracle. La clave de la diferenciación la constituye la integración de datos espaciales vía la Spatial Data Option y la tecnología Júpiter de Intergraph, que utiliza estándares de la industria tales como Windows y OLE/COM". "Intergraph ha estado involucrada desde hace tiempo en la definición y desarrollo de estándares y productos abiertos para geoprocesamiento, no tan sólo a través de MGE, sino que también a través de nuestro trabajo dentro del Consorcio Open GIS. La creación de un servidor de datos OLE para GIS constituye el siguiente paso dentro de tal filosofía".

Intergraph Corporation es la mayor compañía mundial dedicada al suministro de sistemas gráficos interactivos. Sus productos abarcan desde soluciones puntuales para problemas individuales y departamentales hasta sistemas empresariales integrados.



## EMPRESA DE SERVICIOS Y DESARROLLOS INFORMÁTICOS PARA CARTOGRAFÍA

### Realización de ortofotos digitales del terreno.

- Precisiones similares a las logradas con los medios tradicionales más sofisticados.
- Posibilidad de superponer cualquier información vectorial.
- Salida a cualquier tamaño y dispositivo gráfico.
- Precios **muy reducidos** con respecto a los sistemas convencionales.  
(Ejemplo: Ortofoto digital a escala 1/5.000 disponiendo del DTM a 57 ptas./Ha., sin DTM a 85 ptas./Ha.)

### Otras áreas de trabajo:

- Tratamiento de imágenes Raster y Véctor.
- Conexión de cartografía digital, con bases de datos corporativas.
- Desarrollo de herramientas para el diseño de aplicaciones en el mundo G.I.S.

PARA MAYOR INFORMACIÓN O SOLICITUD DE DISCO DEMO, DIRIGIRSE A:



SIGRID, S.L.  
C/ Rafael de Riego nº 26 - 1ºB  
28045 MADRID  
Tel. (91) 467 25 60 - Fax (91) 539 42 25  
e-mail: sigrid@offcampus.es



## JEC-GI'96

### Joint European GI Conference Barcelona. 27-29 de Marzo, 1996

Los próximos días 27, 28 y 29 de Marzo tendrá lugar en el Palacio de Congresos de Barcelona el foro europeo más importante de los Geosistemas de Información en la Comunidad Económica Europea. Paralelamente se organizará la principal exposición europea de GIS.

Siemens Nixdorf participará en este certamen con uno de los más amplios stands de la exposición, donde presentará la línea completa de productos SICAD y sus últimos desarrollos.

El miércoles 27 de marzo a las 11,00 horas tendrá lugar la apertura oficial de este certamen.

En el stand número 167 de Siemens Nixdorf los asistentes podrán presenciar el último *estado del arte* en los Geosistemas de Información.

Siemens Nixdorf presentará el **geosistema SICAD/open** como la herramienta de integración de distintos componentes y sistemas, que requieren una gestión y análisis geográfico.

El stand de Siemens Nixdorf estará compuesto de 12 puestos de trabajo en red que permitirá a los asistentes conocer la línea de productos SICAD/open en entorno multimedia, desde la configuración UNIX cliente-servidor hasta el entorno PC Geo-desk pasando por sistemas stand-alone. SICAD es un producto multiplataforma que puede trabajar bajo tecnología RISC en estaciones SNI, RW, SUN, Hewlett Packard e IBM.

La principal característica de los productos SICAD radica en la Base de Datos Geográfica (GDB), constituida por bases de datos relacionales y distribuidas, Informix u Oracle. Su arquitectura *quad trees* ofrece las máximas prestaciones en tiempo de respuesta para grandes bases de datos, independiente del tamaño de la misma, los accesos son realmente geográficos en un entorno continuo.

Durante los próximos tres días Siemens Nixdorf presentará soluciones para:

- ordenación del territorio,
- gestión de redes de agua, gas y electricidad,
- gestión de redes de telecomunicaciones,
- consulta e información de las bases de datos geográficas,
- geomarketing.

La solución **SICAD/Plan** para ordenación del territorio permite almacenar y gestionar toda aquella información relativa a la administración local y regional y poder analizarla con fines sociales, políticos, administrativos, legales y económicos. La base del geosistema de información territorial se encuentra en la integración conjunta de datos gráficos y alfanuméricos sin inconsistencias entre los datos y en un entorno continuo, de esta forma los distintos departamentos y áreas de la administración como urbanismo, vías y obras, medio ambiente, estadística, pueden consultar los datos con distintos fines.

**SICAD/netz** es la solución en la planificación y gestión de la red de agua, gas y electricidad. **SICAD/netz** es el elemento integrador de soluciones individuales para la monitorización, control y seguimiento de redes (R-3, SCADA, cálculo y mantenimiento de redes (SAP) e información espacial de las mismas.

**Geodata Warehouse** es la base para la toma de decisiones estratégicas en sectores como las compañías de Banca, Seguros, Industria, Servicios y de Telecomunicaciones necesitan un sistema que les ayude en la toma de decisiones globales. **Geodata Warehouse** es

la base para la toma de decisiones estratégicas en sectores a partir de informaciones a distintos niveles y en distintas áreas de la compañía, integrada, consolidada y combinada en la GDB.

En una época tan crucial en las comunicaciones como la nuestra, abordados por la gran cantidad de usuarios de internet y de telefonía, cada vez aumenta la densidad de líneas de redes de telecomunicaciones, es necesario por tanto un geosistema que ordene y planifique las *infovias* y redes existentes, la solución **SICAD/telecom** integra estas necesidades en el espacio.

La respuesta a la demanda de un sistema *bueno, bonito y barato* que permita acceder a toda la información híbrida raster/vector almacenada en un Geosistema de Información se encuentra en **SICAD/Wincat**, solución para PC que permite integrar en entorno Windows la consulta a la GDB con otras herramientas como procesadores de textos, bases de datos, hojas de cálculo y programas técnicos.

Los negocios cambian de forma muy rápida cada vez es más necesario en los departamentos de marketing una herramienta rápida e inteligente que permita tomar decisiones estratégicas y nuevos emplazamientos en base a datos georreferenciados. **SICAD/yade** es la herramienta idónea en este nuevo sector del **Geomarketing y Geodesk**.

Siemens Nixdorf invita a todos los interesados a conocer nuestras soluciones los días:

Miércoles 27 de marzo de 1996 de 9.00 a 18.30 horas.

Jueves 28 de marzo de 1996 de 9.00 a 18.30 horas.

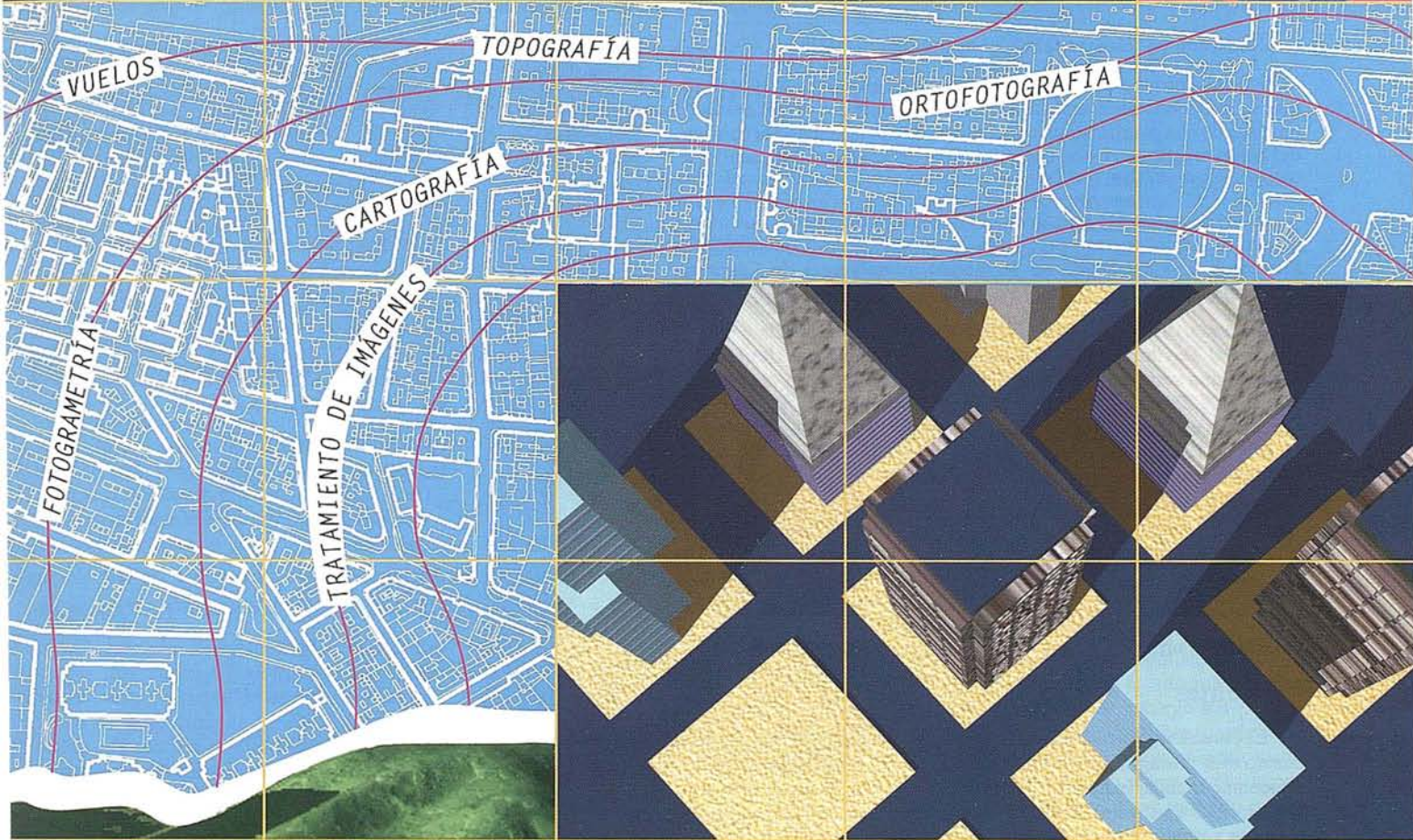
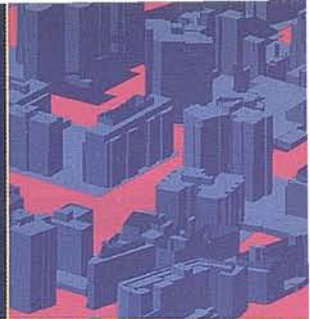
Viernes 29 de marzo de 1996 de 9.00 a 14.00 horas.

No olvide hacer un hueco en su agenda para acudir a tal evento europeo.

Le esperamos.



GRAFOS



este es

nuestro territorio



GRAFOS

información geográfica y diseño, s.a.



## EL CURSO DE GESTION DE PROYECTOS SIG BIEN RECIBIDO

Impartido en Cáceres, 27 al 29 de noviembre 1995

Muchos proyectos SIG fracasan. Su coste es mucho mayor de lo que se había estimado en un principio. Muchos proyectos perecen por falta de una planificación conceptual adecuada antes de la compra del hardware, otros por no entenderse las necesidades del usuario, a veces nosotros mismos.

Estas advertencias y también historias de grandes éxitos estuvieron entre las lecciones aprendidas durante el Curso Intensivo de Proyectos SIG celebrado en la ciudad monumental de Cáceres, Noviembre 27-29, 1995.

El curso, organizado por el Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Extremadura (Uex) como parte de una serie de actividades SIG avanzadas para los próximos meses, el Curso contó con la participación de los más reconocidos profesores en el área de proyectos SIG (entre ellos han participado en más de 120 proyectos SIG), Allan Levinsohn y Willian Huxhold y el coordinador del Curso, Michael Gould de la Uex. Huxhold y Levinsohn son coautores del best-seller "Managing GIS Projects" (Gestión de Proyectos SIG) de la editorial Oxford University Press (1995) que ya ha agotado su primera edición. El contenido teórico del Curso cubrió alrededor del 75% del libro, así como temas relacionados como las tecnologías emergentes y las interfaces del usuario, además de estudios de caso práctico donde los asistentes tuvieron que arremangarse y solucionar los problemas.

### Asistentes

El Curso atrajo un alto nivel de consultas incluyendo via Internet en cuanto a la posible asistencia de personas de sitios tan lejanos como Argentina, Irlanda, India y EE.UU. Finalmente, casi cuarenta personas provenientes de diversas áreas como son empresas de integración de sistemas y publicación de datos, funcionarios de la administración de todos los niveles, universitarios, y vendedores SIG tales como Genasys II España, ESRI-España y Siemens-Nixdorf (Bélgica). Al finalizar las tres intensas jornadas se pasó un cuestionario a los asistentes, y la opinión general expresada fue de plena satisfacción con el Curso, por lo que hay motivos para pensar que repetirá pronto.

### Documentación Disponible

Además del libro de Huxhold y Levinsohn, documentación principal, el Curso también contó con un volumen de materiales adicionales consistentes en unas 260 páginas fotocopiadas. Los contenidos de esta documentación, en inglés y algunos traducidos al español se incluyen a continuación:



El profesor Michael Gould

- \* Originales de transparencias, sobre:
  - introducción a los proyectos
  - el mercado SIG
  - la información geográfica
- \* Originales de transparencias y artículos sobre las tecnologías emergentes:
  - GPS
  - la ortofotografía digital
  - Internet
  - ordenadores portátiles (por bolígrafo)
- \* Graficos de planificación de los libros de Huxhold y Levinsohn
- \* Dos estudios de casos, prácticos, traducidos
- \* Varios gráficos y transparencias sobre necesidades del usuario y diseño de la base de datos
- \* Una sección del libro de Huxhold (1991) sobre análisis de necesidades
- \* Transparencias y otros materiales sobre diseño de interfaces del usuario
- \* Varios artículos y capítulos de libro (por Levinsohn y Gould), sobre el futuro, estudio de una agencia de transportes, temas institucionales, diseño de SIG, facilidad de uso e interfaces del usuario.

Este volumen de documentación adicional se encuentra disponible al público.

CARTOGRAFIA GEOGRAFIA

MAPAS

TIEMPO LIBRE

C/LEÓN, 1 • 47003 VALLADOLID • TLF. / FAX: 983 360017



## OCE PRESENTA UNA NUEVA IMPRESORA DE GRAN FORMATO DE PAPEL NORMAL RAPIDA Y ECONOMICA

Océ presenta la impresora de gran formato de papel normal Océ 9400, un equipo que proporciona una solución de impresión asequible para las oficinas técnicas que trabajan en entornos CAD y EDMS. Este sistema económico, ya disponible en España, posee un precio al menos un 50% inferior al de los demás equipos electrofotográficos de características similares existentes en el mercado. La nueva Océ 9400 evita la necesidad de usar servicios centrales de reprografía o servicios externos para las tareas diarias técnicas, tales como planos de prueba, documentos de distribución interna y tiradas cortas de hasta 50 originales.

### Hasta dos planos A0 por minuto

Gracias a su alta velocidad de impresión de casi dos planos A0 por minuto (hasta diez veces más rápido que los trazadores e impresoras de inyección de tinta), la Océ 9400 puede afrontar sustanciales cargas de trabajo, reduciendo los tiempos de espera al mínimo. Debido a esta alta productividad, los típicos trabajos de multicopia de hasta 50 planos se realizan de una forma rápida, sencilla y eficaz, eliminando la necesidad de un proceso adicional de copiado, que consume un tiempo considerable.

### Operación desatendida con dos rollos de papel de 150 metros

Con el objetivo de ofrecer una auténtica operación desatendida, la impresora de gran formato Océ 9400 está disponible en versiones con uno o dos rollos de alimentación automática de papel, cada uno de ellos de

150 metros de longitud. Además, posee un depósito de tóner con una capacidad para más de 500 planos. Esto permite trabajar durante largos períodos de tiempo sin interrupciones para comprobar y recargar papel y tóner. La impresora también posee alimentación manual de papel.



### Sistema de impresión con resolución mejorada

La Océ 9400 proporciona una impresión excepcional clara y de alta resolución, que satisface las demandas más profesionales, tanto en papel normal como en los tipos más comunes de papel. La tecnología de resolución mejorada de Océ incrementa la resolución nominal de 300 puntos por pulgada, y produce resultados impresos comparables, al menos, con sistemas de 400 ppp. El solapamiento entre los puntos de tóner reduce visiblemente el típico "efecto escalera",

mientras que la conversión bitmap inteligente optimiza constantemente la resolución efectiva impresa. El sistema de impresión de alta precisión de Océ garantiza que los puntos de tóner se imprimen solamente donde se necesitan, asegurando resultados limpios y de alto contraste.

### Bajo consumo de energía y mínimas emisiones

Como en todos los equipos Océ, las consideraciones medioambientales han jugado un papel muy importante en el diseño de la Océ 9400. El consumo de energía es de sólo 40 W en el modo "en espera". El equipo no necesita precalentamiento, por lo que se elimina el tiempo de espera y se reduce el consumo de energía. Las emisiones de ozono son muy bajas, y el sistema de tóner cerrado garantiza una recarga sin polvo o suciedad. Todos los materiales (desde el sistema hasta los consumibles, como fotoconductor, tambor y tóner) se han diseñado para ser reciclados al final de su vida útil.

El Grupo Océ está presente en más de 80 países, con finalidades propias en 30 de ellos. Océ comercializa una amplia y avanzada gama de productos y servicios para la reproducción de información en papel, tanto en forma analógica como digital, para los mercados de diseño técnico, técnico asistido por ordenador (CAD), sistemas de oficina y sistemas de impresión. Océ cuenta con más de 12.000 empleados (1.000 de ellos en Investigación y Desarrollo) y su cifra de negocio global es de más de 1.500 millones de dólares anuales.

## LIBRERÍA ESPECIALIZADA EN CARTOGRAFÍA Y TIEMPO LIBRE





# NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA ORDENACIÓN DE LA MONTAÑA MEDIA CASTELLANO-MANCHEGA<sup>1</sup>

J. Martínez Vega y J.L. Labrandero Sanz  
Dpto. de Geografía. Instituto de Economía y Geografía  
(CSIC)

## 1. Introducción

En este trabajo se recogen los resultados de un largo proceso de investigación cuyo fin es abordar un minucioso estudio de paisaje, empleando nuevas tecnologías -Teledetección y SIGs-. El examen de sus componentes naturales y humanos, la búsqueda de sus complejas interacciones y el diseño de modelos alternativos de desarrollo sustentable apoyados en la planificación ambiental y en la ordenación del territorio, jalonan el análisis, diagnóstico, pronóstico y síntesis, de esta investigación.

El espacio analizado es la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha. Sobre ella, se estudian diversas áreas-piloto, representativas de ecosistemas singulares de elevado valor ambiental. En esta línea se ha concebido el *Programa de Investigación del Medio Ambiente de Toledo (PIMAT)*. En esta ocasión, centra su atención en un área rural de montaña, Espinoso del Rey en Montes de Toledo. Los macizos de Rocigalgo y La Hiruela -entre otros- otorgan una singularidad paisajística, figurativa de la montaña media castellano-manchega e, incluso, de la española centro meridional. Nuestra intención es seguir investigando áreas castellano-manchegas impares, con el fin de contribuir al catálogo de espacios regionales de elevado interés natural.

Como en todo estudio paisajístico, en una primera etapa, se realiza un análisis de las variables que más influencia tienen en la configuración del territorio. Elementos bióticos, abióticos y antrópicos son fundamentales en el análisis. Por ello, se estudian las características topográficas, geológicas y edafológicas de la comarca de Espinoso del Rey así como las actividades socioeconómicas de su población. Toda esta información básica ha sido expresada en diferentes mapas temáticos que, junto a los informes e inventarios, sirven de armazón para el diagnóstico emitido sobre este ambiente rural montano.

En esta misma etapa, se llega a la evaluación territorial aplicando un método cualitativo informático para definir las potencialidades del paisaje, diferenciando las tierras con vocación agrícola, forestal u otras capacidades de uso. Conociendo la aptitud de las tierras y comparando los resultados

cartográficos con los usos actuales de los suelos, se localizan las áreas del territorio con adecuación de aptitud-uso, así como las disfunciones presentes.

La síntesis de esta variada información geográfica permite zonificar el territorio en Unidades de Paisaje, homogéneas en su contenido y con capacidad de reaccionar de forma similar ante diversos estímulos espontáneos o planificados. Asimismo, se elabora una valoración paisajística cualitativa con objeto de conocer aquellos espacios de mayor valor natural y proponer medidas de conservación.

La última etapa consiste en elaborar una propuesta de un plan de actuación que atienda fundamentalmente a la conservación de suelos y paisajes en el futuro (planificación ambiental), y al uso racional de los recursos naturales en consonancia con las actividades económicas (desarrollo rural). Con ello, se busca un desarrollo sostenible real, desde una perspectiva holística, considerando que desarrollo y conservación no son términos antagónicos.

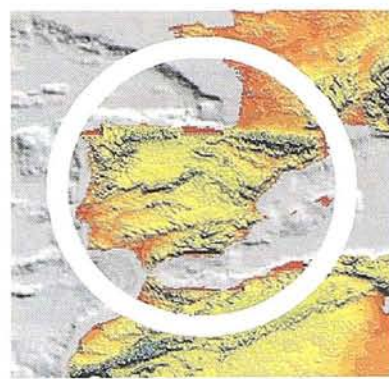
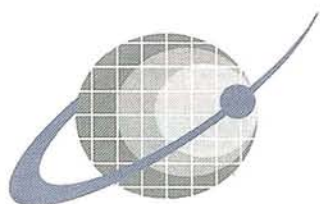
Por ello, el objetivo prioritario de este estudio es la planificación ambiental de este territorio montano, con objeto de orientar a los gestores en la búsqueda del equilibrio con el desarrollo rural. Para alcanzar este objetivo genérico es necesario llegar a conseguir otros objetivos parciales. Alguno relacionado con la metodología: (i) validar y/o desarrollar nuevos métodos de estudio del paisaje; Otros vinculados al propio estudio del paisaje: (ii) inventariar y (iii) diagnosticar el estado del paisaje, (iv) pronosticar su evolución, (v) prevenir los impactos que pudieran derivarse del modelo de intervención antrópica aplicado hasta el momento o del propuesto y (vi) definir las capacidades de uso del territorio; Finalmente, otros objetivos vinculados a la planificación ambiental son: (vii) conservación del patrimonio natural mediante el mantenimiento óptimo de la diversidad, (viii) incremento de la calidad de vida de la población y (ix) preservación del patrimonio cultural.

## 2. Área de estudio

El territorio analizado está situado en el sector occidental de los Montes de Toledo (Fig 1). Sobresalen las crestas cuarcíticas, el modelado de las planicies pedregosas denominadas rañas, los valles producidos por la acción erosiva de los ríos y arroyos, la presencia del bosque mediterráneo junto a especies de procedencia atlántica, y las condiciones climáticas con pluviosidades entre 450-750 mm, que determinan un

<sup>1</sup> Este trabajo es un resumen del cuaderno de trabajo nº 2 del Instituto de Economía y Geografía titulado SIGs en la planificación ambiental de áreas de montaña. 1995. Madrid. CSIC. 158p. 12 mapas.





**IBERSAT S.A.**  
**PIONEROS EN ESPAÑA**  
**EN TELEDETECCION**

**NUESTROS**  
**SERVICIOS Y PRODUCTOS**

- AGRICULTURA  
 - MEDIO AMBIENTE  
 - ORDENACION DEL TERRITORIO.

- SOFTWARE DE ULTIMA GENERACION PARA EL PROCESADO DIGITAL DE IMAGENES. Vrs. UNIX y PC.

- GEOLOGIA  
 - PROCESOS EROSIVOS  
 - EXPLORACION MINERA.

- SISTEMA DE TRATAMIENTO DE IMAGENES Y CREACION DE MAPAS.

- MODELOS DIGITALES DEL TERRENO.

- IMAGENES DE SATELITE: LANDSAT, TIROS/NOAA, ERS, JERS, MOS, etc.

- CALIDAD DE AGUAS LITORALES.

- IMAGENES RUSAS DE LAS LANZADERAS RESOURS F. (hasta 2 metros de resolución)

- CARTOGRAFIA TEMATICA  
 - INTEGRACION GIS - DBMS.

- QUICK LOOKS ON LINE VIA INTERNET.

**ER Mapper**

Helping people manage the earth





clima con sequía estival atenuada. Los macizos más elevados están abiertos a los húmedos vientos del SW, registrándose en ellos mayores pluviometrías y menores temperaturas. Las características apuntadas hacen de este entorno, un área de montaña singular dentro de la meseta sur, por su paisaje, clima y vegetación.

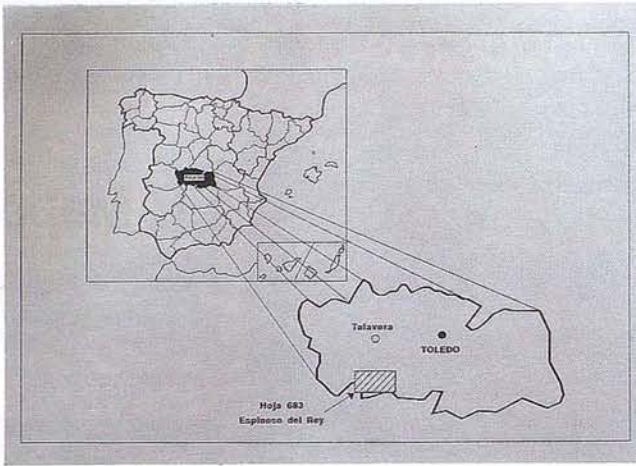


Fig. 1.- Localización del área de estudio

Desde el punto de vista histórico-coroográfico, la hoja está dividida en dos sectores por la línea de los ríos Pusa-Estenilla. Así mientras que la mitad occidental forma parte de la subcomarca denominada Jara Alta (Jiménez de Gregorio, 1982) con vínculos a Tierras de Talavera, la mitad oriental pertenece a lo que históricamente eran Montes de la ciudad de Toledo (Muñoz Jiménez, 1976). Ambas ciudades desarrollaron reglamentaciones muy rigurosas con las roturaciones. La idea de la conservación predominó hasta mediados del s. XIX. A pesar de las desamortizaciones, hasta 1940 han predominado las grandes fincas de más de 10.000 ha en las laderas escarpadas (Más et al., 1977). El aislamiento geográfico, junto a los lazos de propiedad mantenidos a lo largo de la historia, ha favorecido la conservación de los recursos característicos del bosque mediterráneo.

De forma resumida, la situación socioeconómica actual responde a recursos económicos limitados, baja densidad demográfica (11 habitantes/km, según el Censo de 1991), edad elevada de la población en general y de los empresarios agrarios en particular (el 60% de todos los empresarios agrarios poseían más de 55 años en 1989, según el Censo Agrario), inaccesibilidad, escasez de equipamientos e infraestructura básicos, escaso bienestar social, falta de voluntad de las nuevas generaciones de permanecer en el territorio por el escaso atractivo y por las pocas perspectivas de mejorar a corto plazo y, en consecuencia, aumento progresivo de tierras abandonadas.

En resumen, las limitaciones al desarrollo vienen condicionadas por el conjunto de las características físicas del territorio y de la situación socioeconómica.

### 3. Metodología

Al ser los estudios integrales de paisaje complejos temáticamente, no es fácil establecer una única metodología a aplicar. Ésta debería ser suficientemente global para contemplar diversos procedimientos para el análisis de temas tan distintos.

Es por ello, por lo que los estudiosos del paisaje (Bolós, 1992) recomiendan seguir, al menos, los pasos que establece el método científico general descrito por Bunge (1987). De acuerdo con éste, se ha seguido un método hipotético-deductivo.

A pesar de las dificultades de encontrar metodologías globales para los estudios de paisaje, se ha creído conveniente tener como referencia las ideas que conceptualmente entroncan con la Eco-Geografía de Tricart y Kilian (1982) y que metodológicamente se plasman en el "Análisis de los paisajes". Asimismo, se retoman las ideas de la FAO (1976) sobre la "Evaluación de tierras" en relación a la exploración de potencialidades del paisaje. Por último, se han tenido en cuenta los conceptos teórico-metodológicos fundamentados en una filosofía holística del paisaje y en la Geo-Ecología de cara a la planificación ambiental. Estas filosofías-metodologías son suficientemente amplias como para considerar sus indicaciones y sugerencias.

Además de estas metodologías globales se necesita el empleo de métodos muy concretos para abordar los objetivos parciales nombrados anteriormente. Algunos de ellos son los siguientes: (i) método probabilista (Campbell, 1987) en la fotointerpretación de estereogramas y análisis visual de imágenes de satélite, (ii) método de interpolación y analítico en la deducción de Modelos Topográficos Digitales, (iii) superposición de cartografía automática para derivar otros modelos cartográficos temáticos junto a la puntuación de parámetros (iv), para conocer la potencialidad o capacidad de acogida de un uso por el territorio, (v) método de unidades irregulares extensas, homogéneas en su contenido (MOPT, 1991) para cartografiar las Unidades de Paisaje, (vi) método analítico en la valoración estética del paisaje (Mather, 1986) y métodos de (vii) regresión histórica (Bolós, 1992) y (viii) en secuencia de mapas (Langran, 1992) para abordar un estudio arqueológico del paisaje, incluyendo la variable tiempo como cuarta dimensión del SIG.

En resumen, no se trata de ensayar un único método sino de integrar los resultados derivados de la aplicación de un sistema compatible, vertebrado y gradual de métodos específicos de cada investigación temática.

### 4. Fuentes y datos geográficos. Problemas y soluciones.

Se integra en una misma base de datos espaciales, información sobre el territorio de muy variado tipo: (i) mapas, diagramas y dibujos, (ii) tablas o matrices geográficas de datos, (iii) imágenes, ya sean de campo, aéreas o espaciales y (iv) textos.

Respecto a la toma de datos, se contempla una forma dual de describir el espacio geográfico: (i) directamente, por medio de



**DECAR**

Carlos Martín Álvarez, 21 - Bajo - Local 5

Teléfono y Fax: 478 52 60 - 28018 MADRID

**DELINIEACION CARTOGRAFICA, S.L.**



**EMPRESA ESPECIALIZADA EN PLANOS TOPOGRAFICOS POR FOTOGRAMETRIA  
AEREA Y TERRESTRE, CARTOGRAFIA, CATASTRO, PERFILES Y PROYECTOS**

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



sus propiedades e indirectamente (ii), por sus elementos o partes (Cebrián, 1994).

El metamodelo de base de datos empleado se basa en una solución mixta (González Marroquín, 1994). Un CAD de propósito general en la captura de los datos (*Microstation*) y un SIG relacional (*MGE*) en las primeras etapas analíticas con objeto de ahorrar espacio de memoria en el almacenamiento de los datos fué la configuración elegida. Sin embargo, la complejidad del territorio estudiado y de su representación digital a escala de semidetalle y las dificultades en la descripción topológica de ciertas capas temáticas sintéticas, derivadas de la superposición y consulta de 3 o 4 mapas temáticos analíticos, hicieron aconsejable emplear un SIG objetual (*MGDynamo*) en las fases avanzadas de análisis geográfico.

Se concibió un SIG sintético (Cebrián, 1994) que creciese de lo particular a lo general. Por ello, los datos más simples fueron los introducidos en primer lugar y los resultantes de síntesis los últimos.

Uno de los principales problemas que debe ser afrontado en cualquier estudio de planificación ambiental a escala local de semidetalle es la falta de datos geográficos relevantes y publicados. En muchas ocasiones -fué nuestro caso- es preciso recurrir a las fuentes originales con objeto de proceder al levantamiento de los datos de interés, a su almacenamiento ordenado y normalizado y a su explotación. Esto implica una lentitud en la captura de los datos (Moreira, 1995) que puede ser crítica en función del tiempo de ejecución previsto para el estudio. Ésta, quizás, sea la causa de que muchos proyectos de desarrollo sostenible sean meras formulaciones teóricas al carecer del fundamento de datos y realidades concretas.

## 5. Cartografía temática analítica y derivada

En las fases de toda planificación ambiental y territorial se consideran básicos dos instrumentos de excepcional interés: cartografía e inventarios. La cartografía, tanto básica como temática, se consolida como un útil excepcional en la planificación en una triple vertiente (Buchanan, 1975): (i) como fuente de información y, por tanto, (ii) como instrumento de análisis y posible entrada en la generación de nuevos mapas sintéticos y (iii) como soporte de la misma, de tal forma que el planificador perciba y presente a los afectados las medidas que se propongan en la ordenación de un espacio cualquiera.

Así pues los mapas son empleados por científicos, técnicos y planificadores. Sin embargo, en la última vertiente el mapa adquiere un valor como medio de comunicación a través del cual se pueden presentar estrategias y posibles alternativas.

No en vano, es la cartografía el útil más conocido y al que más se acude en los estudios territoriales. "De ahí el maridaje entre Geografía y Cartografía, puesto que los fenómenos territoriales son espaciales y por tanto donde mejor se representan es en un mapa" (Nuñez de las Cuevas y López Vizoso, 1989, p. 231).

En este trabajo se ha querido que la cartografía de base y temática ocupe el papel protagonista que se le reconoce en el

ámbito de la planificación del territorio. La espina dorsal del estudio es una corta serie de mapas temáticos (13 producidos hasta ahora), organizados en el modelo cartográfico que se representa en la Fig 2. En ella, se observa el empleo conjunto de los 4 grupos principales de fuentes cartográficas: trabajos de campo (i), bases de datos estadísticos (ii), estereogramas e imágenes de satélite (iii) y otros mapas analíticos (iv).

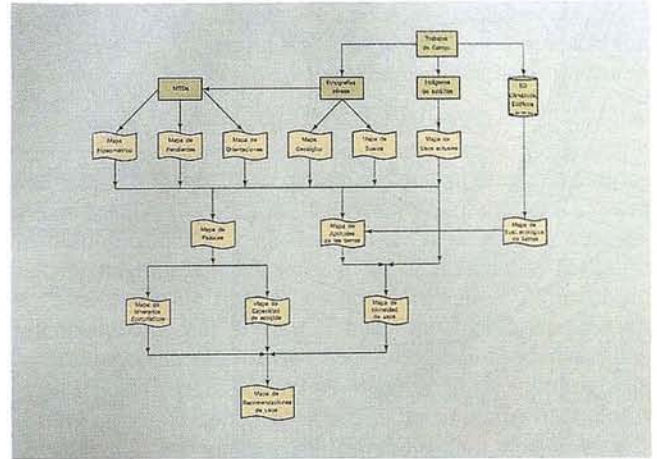


Fig. 2.- Modelo cartográfico

La mayor parte de los mapas son analíticos (hypsométrico, geológico, edafológico, usos del suelo). En ellos se representan la extensión y distribución de un fenómeno dado sin otro fin que el de precisar sus relaciones con el espacio geográfico, o sea un inventario de hechos debidamente localizados (Joly, 1979).

Los Modelos Topográficos Digitales (MTDs) se construyeron a partir de las curvas de nivel. Éstas, adquiridas al Servicio Geográfico del Ejército, fueron obtenidas mediante restitución fotogramétrica. Se dibujaron los triángulos de Delauney mediante interpolación plana apoyada en las curvas de nivel y puntos acotados (Sircar y Cebrián, 1990), infiriéndose las líneas de ruptura de pendiente (Bosque, 1992).

La bondad del modelo fué verificada mediante muestreo aleatorio estratificado no alineado, con un nivel de confianza del 95% (Martínez Vega et al., 1995). El error medio es de 12,5 m, inferior a la equidistancia de las curvas de partida.

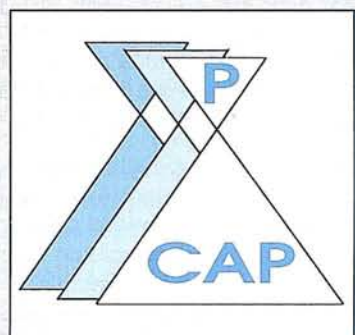
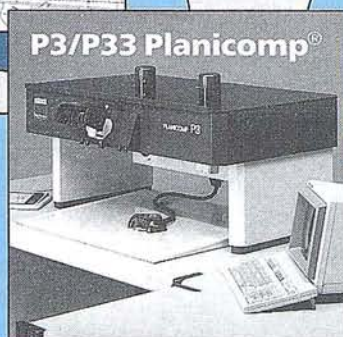
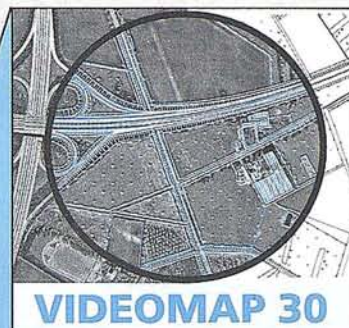
Para derivar, a partir de los valores altimétricos, otras variables topográficas -pendientes y orientaciones- se convirtió el modelo triangular de elevaciones a un formato de celdilla (Fig. 3). Los valores se obtuvieron mediante interpolación bicúbica.

Del modelo digital de elevaciones se derivaron, analíticamente, los modelos numéricos de inclinaciones y orientaciones. Éstos fueron vectorizados según unos intervalos prefijados con objeto de diseñar los mapas temáticos correspondientes.

Otros mapas -geológico y edafológico (Fig. 4)- fueron obtenidos mediante fotointerpretación probabilista de estereogramas verticales, pancromáticos, de escala 1/30.000, apoyada en reconocimientos de campo.



CADMAP  
MicroStation  
AUTOCAD



# Cuatro instrumentos en perfecta armonía:

Los instrumentos que garantizan la armonía fotogramétrica perfecta:

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

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

Carl Zeiss –  
Cooperación a largo plazo



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



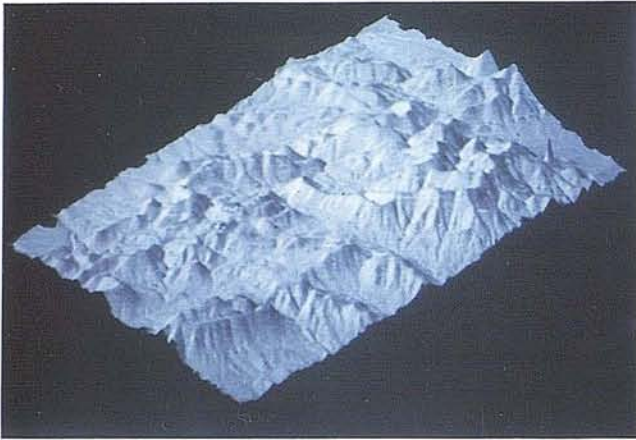


Fig. 3.- Perspectiva oblicua del Modelo Digital de Elevaciones

Las imágenes de satélite son consideradas fuentes de información geográfica sumamente versátiles. En esta ocasión, se quiso que su empleo se integrara con otras fuentes exógenas -fotografías aéreas de escalas mayores, trabajos de campo y cartografía auxiliar- para la realización del mapa de usos actuales del suelo. Una interpretación probabilista visual de una ortoimagen *Thematic Mapper*, en falso color (infrarrojo medio (R)/cercano (G)/rojo (B)) fue el método empleado en su análisis.



Fig. 4.- Mapa de suelos

## 6. Cartografía sintética

Otros son mapas sintéticos (evaluación ecológica, aptitud de tierras, unidades de paisaje, itinerarios ecoturísticos, capacidad de acogida para la caza mayor, idoneidad de usos y recomendaciones de usos) que agrupan, por superposición o por transformación, los datos de varios mapas analíticos. La síntesis se ha efectuado a diversos niveles, de menor a mayor complejidad (Fig. 2).

En un primer nivel de síntesis, los mapas son el resultado de la integración de varios mapas analíticos entre sí -mapas

de unidades de paisaje y de aptitudes de las tierras- o de éstos y bases de datos auxiliares -mapa de evaluación ecológica de tierras-.

Éste último, parte del supuesto de que las unidades cartográficas del mapa de suelos son, en cierta medida, homogéneas a pesar de que es conocido que cada una de aquéllas agrupa suelos, asociaciones e inclusiones (Merolla et al., 1995).

Se analizan los datos de campo, almacenados en una base edafoclimática, relativos a una colección de perfiles edáficos modales, representativos de cada unidad cartográfica de suelos. Mediante un sistema microinformático de evaluación de tierras (*MicroLEIS*) se determina la capacidad de uso agrícola o forestal y los cultivos o especies forestales idóneas en función de una lista de criterios -edáficos, climáticos y topográficos- (De la Rosa, 1990). La espacialización de esta información no es complicada si aceptamos el supuesto comentado inicialmente.

De forma complementaria, puede formularse conceptualmente un mapa de aptitudes de las tierras (Fig. 5) o de usos potenciales mediante el cruce de los datos cartográficos de evaluación ecológica con los de suelos, inclinaciones, elevaciones y orientaciones -ponderados de mayor a menor-.

Para disponer de una buena base para ordenar un territorio cualquiera conviene compartimentar éste en unidades homogéneas desde el punto de vista paisajístico o ambiental. En este estudio se optó por emplear el método de unidades extensas irregulares, homogéneas en su contenido (MOPT, 1991; Hills, 1961; González Bernaldez, 1973). Se eligieron las variables definidoras de las unidades de paisaje.

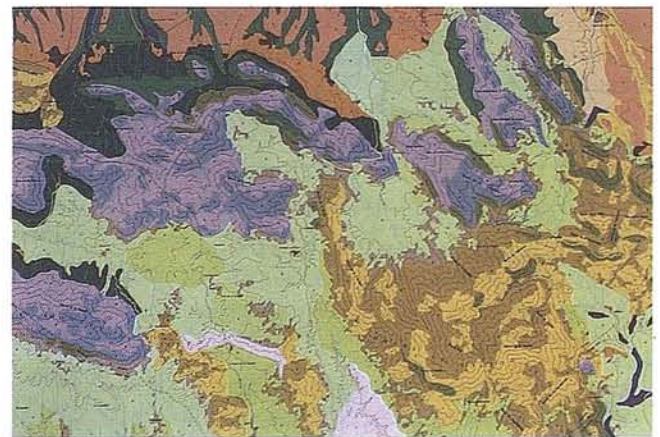


Fig. 5.- Mapa de aptitudes de las tierras

En dos aproximaciones jerárquicas se consideraron básicos la litogeología-geomorfología (i), los suelos (ii), las elevaciones y la compacidad de las formas del terreno (iii), las pendientes y su forma (iv) y, en menor medida, los usos del suelo/vegetación (v), como variable de confirmación. La delimitación cartográfica de cada unidad de paisaje se ha efectuado tomando las líneas fronterizas de los mapas analíticos, según correspondiese, otorgando dominancias en caso de conflictos entre ellas.



En un segundo nivel de síntesis, intersecando mapas sintéticos entre sí o éstos con otros analíticos, se han obtenido tres mapas -de itinerarios ecoturísticos, de capacidad de acogida para la caza mayor y de idoneidad de usos agro-forestales-.

El primero se basa en el inventario de las variables paisajísticas básicas. Muestra seis itinerarios ecoturísticos mixtos con objeto de que un excursionista hipotético visite aquellos lugares singulares desde los puntos de vista florísticos, faunísticos, geomorfológicos o culturales. Asimismo, éste puede centrar la atención del planificador en la conservación activa de aquellas áreas de especial interés paisajístico-ambiental.

El segundo aplica el método de puntuación de parámetros a cada una de las regiones paisajísticas. En base a una serie de criterios -relieve, clima, vegetación, accesibilidad y competencia entre usos- se calcula un índice de potencialidad ecológica para el ciervo y jabalí (las especies de caza mayor dominantes) y un índice sintético en cada eco-región. La valoración final es representada cartográficamente tomando los límites de las unidades de paisaje, definidas previamente.

El tercer mapa de este grupo es el de idoneidad de usos agroforestales (Fig. 6). Éste deriva de la intersección de dos mapas: uno analítico (usos actuales del suelo) y otro sintético (capacidad de uso o aptitudes de las tierras). En él se muestran los usos idóneos y, lo que es más importante, aquéllos que manifiestan inadecuaciones o disfunciones naturales.



Fig. 6.- Mapa de idoneidad de usos

Finalmente, en un tercer nivel de síntesis, se deriva un mapa final de recomendaciones de usos (Fig. 7). Un modelo teórico-conceptual fue concebido inicialmente considerando el esquema previo de aptitudes, capacidad de acogida de actividades cinegéticas, usos actuales, idoneidades e, incluso, la competencia entre usos.

Varias gamas cromáticas se corresponden con los seis grupos de medidas recomendadas. De amarillos a verdes suaves representan la conservación (i) de los usos actuales, ya sean agrícolas o forestales; una gama de marrones muestran las recomendaciones relacionadas con la extensificación y diversificación (ii) de usos agrícolas hacia usos agrosilvopecuarios, la roturación (iii) de tierras abandonadas con capacidad de uso agrícola y la potenciación de usos cinegéticos (iv) en los matorrales y pasti-

zales que han perdido los usos tradicionales. Una escala de verdes ilustra la reforestación (v) de terrenos agrícolas marginales o de tierras que actualmente están cubiertas por pastizales y matorrales (tierras agrícolas abandonadas en su mayor parte) que podrían soportar una cubierta forestal ya sea con fines productivos -en las mejores tierras- o conservativos -aquéllas que poseen más limitaciones naturales-; finalmente, gris medio con un patrón lineal de reborde identifica la necesidad de protección máxima (vi) de las orlas vegetales que sostienen los inestables canchales de ladera.



Fig. 7.- Mapa de recomendaciones de usos

## 7. Resultados y conclusiones

El conjunto de propuestas sugeridas al planificador se fundamentan en un exhaustivo estudio físico del terreno, arquitectónicamente concebido como un Modelo Digital del Terreno, entendido, en su más amplio sentido, como modelo integral de información sobre las propiedades del terreno, no sólo topográficas (Cebrián y Mark, 1986; Sircar y Cebrián, 1990).

Es verdad, que está inacabado y todavía no contempla, en la modelización, los aspectos humanos más controvertidos. Conocida es la dificultad de la espacialización de algunas variables relevantes que podrían desbordar el esquema de idoneidad natural de usos y, por tanto, hacer reconsiderar la intervención propuesta.

No obstante, opinamos que esta primera aproximación al problema puede resultar útil, al menos, en una doble vertiente: en la profundización del conocimiento científico de este espacio geográfico, brindando al usuario final de los mapas las claves de interpretación del mismo (i) y en la cimentación de las bases de intervención en el territorio, haciendo más alcanzable el objetivo de acercar la planificación ambiental al desarrollo rural en el marco de la ordenación del territorio (ii).

Las conclusiones más importantes a señalar son las siguientes. Desde el punto de vista del empleo de fuentes, además de las tradicionales, compensa el manejo de los Modelos Topográficos Digitales. Éstos mejoran considerablemente en precisión, coste y tiempo a los métodos convencionales. Asimismo, las imágenes de satélite ahorran tiempo de pro-



cesamiento en comparación con el manejo de estereogramas, ganándose en precisión geométrica respecto a éstas, especialmente cuando se manejan ortoimágenes espaciales.

Desde el prisma metodológico conviene refrendar el interés de enfoques paisajísticos globales, continentes de métodos específicos que se suceden, de forma secuencial, unos a otros. El principal inconveniente surgido en la aplicación del método de evaluación de tierras es que éste considera, fundamentalmente, parámetros biofísicos, mientras que los aspectos humanos no son tenidos en cuenta, en la medida en que sería deseable.

Considerando el componente conceptual, atestiguamos la condición básica de las variables litología y suelos en estudios físico-ambientales. Por otra parte, la fragmentación del paisaje en unidades homogéneas supone un buen armazón para definir espacialmente algunas variables de interés ambiental. En otro nivel, un conocimiento profundo de los usos y capacidades de usos debe fundamentar, junto a factores humanos, cualquier decisión de intervención en el territorio enfocada a reordenar usos inadecuados y a plantear alternativas.

Por último, se confirma el gran rendimiento de tecnologías SIGs en la investigación paisajístico-ambiental. El empleo de sistemas mixtos, como MGE-MGDynamo, más versátiles, multiplica las ventajas individuales de los SIGs basados en un único paradigma.

Los modelos cartográficos, manejados bajo el entorno de un SIG integrado al que se le anexa un sistema microinformático de evaluación de tierras, son esquemas tecnológicos eficaces en la producción y gestión de la información geográfica requerida en la ordenación del territorio.

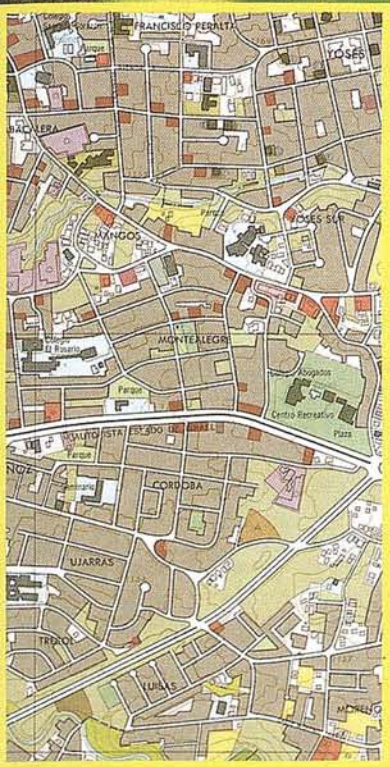
Finalmente, la cartografía temática, además de ser fuente de cartografía sintética compleja, es un excepcional vehículo de comunicación como soporte gráfico de información.

## 8. Bibliografía

- BOLÓS, M. de, (dir). 1992. *Manual de Ciencia del Paisaje*. Barcelona. Masson. 273p.
- BOSQUE, J. 1992. *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid. Rialp. 451p.
- BUCHANAN, A. 1975. Types of maps relevant to regional planning. *Seminar on Regional Planning Cartography*. Consejo de Europa.
- BUNGE, M. 1987. *La ciencia, su método y su filosofía*. Buenos Aires. Siglo Veinte.
- CAMPBELL, J.B. 1987. *Introduction to Remote Sensing*. New York. The Guilford Press. 551p.
- CEBRIÁN, J.A. 1994. Modelos de información geográfica. *Estudios Geográficos*. 215:257-282.
- CEBRIÁN, J.A. y MARCK, D.M. 1986. Sistemas de Información Geográfica. Funciones y estructuras de datos. *Estudios Geográficos*. 184:277-299.
- DE LA ROSA, D. (coor). 1990. *MicroLEIS: A Microcomputer based Mediterranean Land Evaluation Information System*. Madrid. IRNA-CSIC. Reg. Mark # 1591179 (Spanish version). Software Package.
- FAO. 1976. A framework for land evaluation. *Soil Bulletin*. 32. Roma. FAO.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F. 1973. *Estudio ecológico de la subregión de Madrid*. Madrid. COPLACO.
- GONZÁLEZ MARROQUÍN, V. 1994. *MGDYNAMO: Una nueva forma de entender los Sistemas de Información Geográfica*. Madrid. documento interno de Intergraph. 15p.
- HILLS, A. 1961. *The ecological basis for land-use planning*. Ontario. Dept. of Lands and Forest. Report 46.
- JIMÉNEZ DE GREGORIO, F. 1982. *Comarca de la Jara Toledana*. Toledo. IPIET. Temas Toledanos. 22:72p.
- JOLY, F. 1979. *La Cartografía*. Barcelona. Ariel. 280p.
- LANGRAN, G. 1992. *Time in Geographic Information Systems*. Londres. Taylos & Francis. 189p.
- MARTINEZ VEGA, J., LABRANDERO, J.L., CARLEVARIS, J.J., LERA, O y CEBRIAN, J.A. 1995. Teledetección y SIG en la planificación ambiental. El ejemplo de Espinoso del Rey. en CANTÓN, M. (ed). *Ordenación del Territorio y Medio Marino*. Las Palmas. Universidad de Las Palmas-AET. 15p.
- MÁS, R., MUÑOZ, J. y SANZ, C. 1977. Las formaciones relictas con tejo, abedul y arce en el macizo del Rocigalgo (Montes de Toledo). *VI Coloquio de Geografía*. Palma de Mallorca. AGE. 193-200.
- MATHER, A.S. 1986. *Land Use*. Londres. Longman. 286p.
- MEROLLA, S., ARMESTO, G. y CALVANESE, G. 1995. Implementación de un Sistema de Información Geográfica para la evaluación de tierras. *Revista de Teledetección*. 5:34-38.
- MOPT. 1991. *Guía para la elaboración de estudios del medio físico: contenido y metodología*. Madrid. MOPT. 3ª ed. 572p.
- MOREIRA, J.M. 1995. Sistemas de Información Ambiental. *Mapping*. 27:44-49.
- MUÑOZ JIMÉNEZ, J. 1976. *Los Montes de Toledo*. Oviedo. Universidad de Oviedo-CSIC. 500p.
- NÚÑEZ DE LAS CUEVAS, R. y LÓPEZ VIZOSO, J.M. 1989. El papel de la cartografía temática elaborada a partir de imágenes espaciales en la planificación del territorio. *Teledetección y planificación integrada del territorio*. Madrid. MOPU. 227-250.
- SIRCAR, J.K. y CEBRIAN, J.A. 1990. Creación de modelos topográficos digitales (MTDs) a partir de curvas de nivel rasterizadas. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*. 10:13-34.
- TRICART, J. y KILIAN, J. 1982. *La Eco-Geografía y la ordenación del medio natural*. Barcelona. Anagrama. 288p.

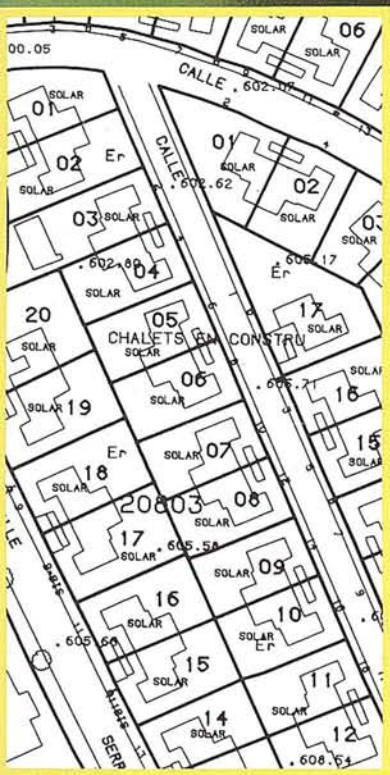


# LA PRECISION ES NUESTRO LEMA



TOPOGRAFIA

CARTOGRAFIA DIGITAL



CATASTRO

DIGITALIZACION



Técnicas  
Cartográficas  
Reunidas

López de Hoyos, 78 Dpdo.  
Tel.: 562 19 23  
Fax.: 562 23 03  
28008 MADRID



## LA NUEVA VERSION DE UNIGRAPHICS SOBRE WINDOWS NT REDUCE COSTES

EDS Unigraphics (división de CAD/CAM en la compañía Electronic Data Systems EDS) anuncia el lanzamiento de la nueva versión de su conocido paquete Unigraphics, que ahora corre sobre el sistema operativo Windows NT de Microsoft. Este paquete es exactamente el mismo que corre en UNIX, por eso ambos pueden coexistir perfectamente en una misma instalación de CAD/CAM, compartiendo recursos y dispositivos de salida.

El Sr. Peter Schneider, director general de EDS Unigraphics, comenta que "la gran mejora que incluye esta versión, es que a partir de ahora el usuario se puede beneficiar de todas las competencias del paquete Unigraphics a un precio mucho más asequible, ya que no necesitará las instalaciones basadas en UNIX, sino que podrá trabajar con WINDOWS NT, de coste mucho más reducido.

El hecho de que esta nueva versión pueda correr sobre WINDOWS NT, no va en detrimento de su calidad "Esta", según el Sr. Schneider "continúa en la misma línea técnica que el resto de productos UNIGRAPHICS, es decir no se trata de una versión light, son que mantiene todas sus competencias".

De esta forma, las compañías que no tienen los recursos suficientes para adquirir una estación de trabajo basada en UNIX, se puedan unir un UNIGRAPHICS sobre Windows NT, para optimizar los procesos de producción. El usuario puede entrar en contacto con otros que utilizan los sistemas de Unigraphics tanto sobre UNIX, como sobre Windows NT, sin necesidad de traductores, ya que los datos se cambian directamente, manteniendo la precisión y la asociatividad del diseño original. De esta forma se consiguen resultados de mayor calidad en menos tiempo.

Otros departamentos, que a menudo operan simultáneamente con PCs y estaciones de trabajo pueden ahora seleccionar la plataforma que más les convenga. Esta capacidad se extiende a todos los departamentos, como puede ser la gestión de fabricación. De esta forma se unen las plataformas existente y se consigue eliminar el doble sistema informático del pasado.

### SISTEMA DE ARCHIVOS EN RED

Uno de los requisitos es conocer NFS para Windows NT de Microsoft. De esta forma se puede soportar NFS cuando se opera en un momento de UNIX.

### INTEROPERABILIDAD DE UNIX

Una migración sin igual entre los sistemas Windows NT, y los basados en UNIX. Total compatibilidad entre las redes existentes que comparten los mismos aparatos, tales como pueden ser los plotters, impresoras, servidores de NFS y otros dispositivos.

### SOBRE EDS UNIGRAPHICS

EDS Unigraphics ofrece el sistema más amplio de CAD/CAM/CAE. Esto ha hecho que su productos y servicios le conviertan en el líder del mercado. Esta compañía opera en más de 35 países y tiene más de 82.000 trabajadores, cuya especialidad ha sido aplicar una gran gama de ideas y tecnologías informáticas, para conseguir que los usuarios de sus productos (incluidos General Motors, Mac Donnell Douglas y algunas administraciones gubernamentales) mejoren su productividad, incrementando su economía, la calidad de sus productos, servicios y las relaciones con sus clientes.

Para más información sobre EDS Unigraphics, ponerse en contacto con Peter Schneider en el teléfono (93) 4120045, o con Raquel Gisbert en el (91) 3231888/3232042, FAX (91) 3148297.

Incluso en usos ocasionales, como la gestión de oficina, se puede sumar las ventajas de Unigraphics a la dinámica de trabajo, sin necesidad de ningún tipo de aprendizaje o gasto en la configuración de una estación de trabajo UNIX.

Unigraphics sobre Windows NT es el más avanzado sistema de CAD/CAM/CAE, y corre sobre un sistema operativo de sobremesa, pensado para entornos de oficinas técnicas, tanto de empresas pequeñas como grandes.

## NUEVO PLOTTER NOVAJET PRO

GraphWare importador exclusivo para España de ENCAD, presenta la última expresión del poder de la tecnología Ink-Jet, la impresora ENCAD NovaJet PRO.

La NovaJet Pro de ENCAD, líder mundial en impresoras de inyección de tinta de gran formato con calidad fotográfica, incrementa drásticamente su productividad gracias a su nuevo sistema de alimentación de tinta ininterrumpida NovaInk, proporcionándole además una importante reducción en el coste por copia. Olvídense de cartuchos que se acaban en mitad de una impresión, ahora solo necesitará ir rellenando los depósitos incorporados de 500ml, incluso durante la impresión. Además la NovaJet Pro le permite imprimir prácticamente sobre cualquier material que se pueda introducir en la impresora y esté preparado para absorber la tinta, (ENCAD

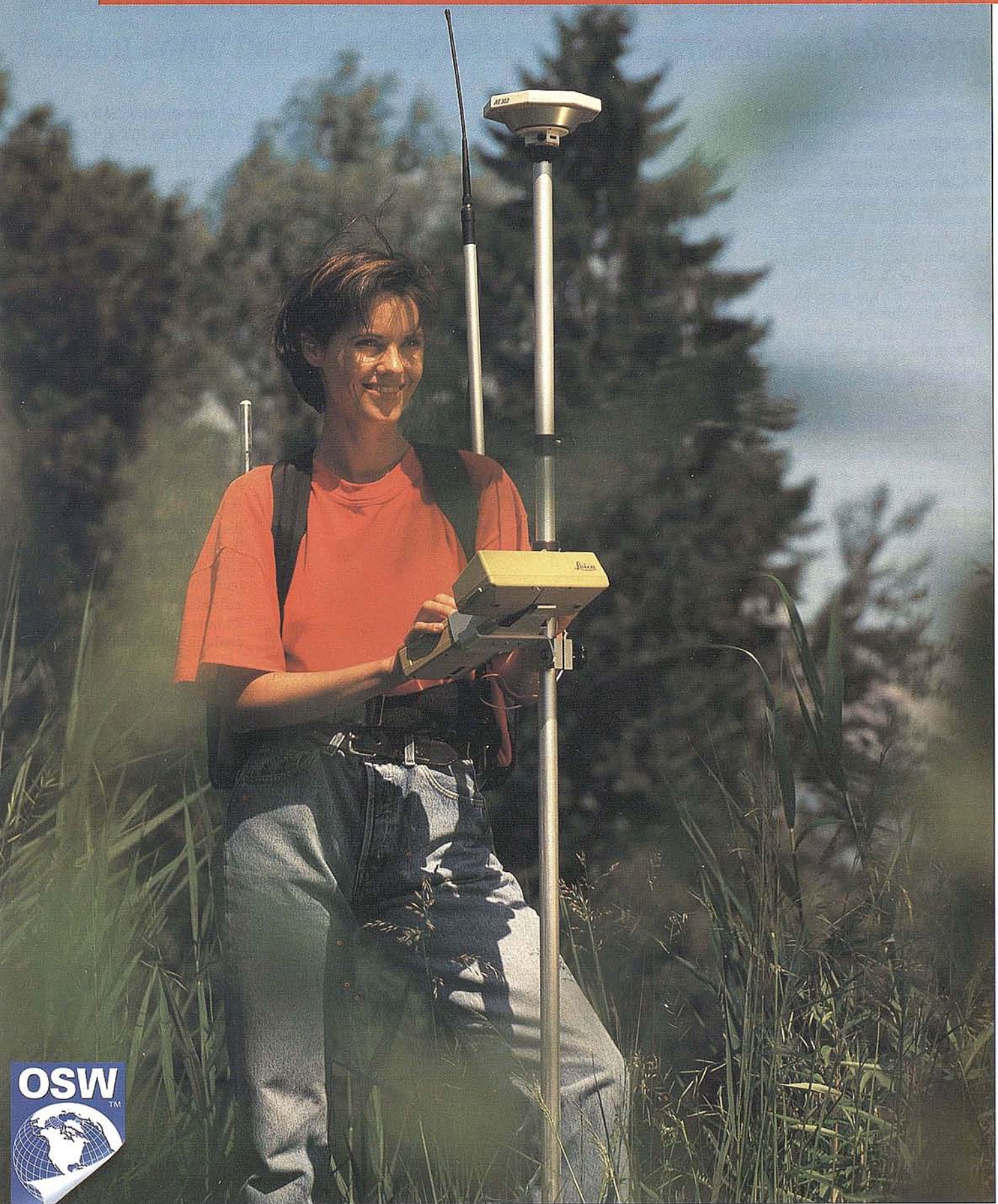
dispone de lienzo, vinilo, transparencia, poliéster, papel...), en tamaños que van desde el A4 hasta tamaños superiores al A0 con la longitud que el usuario necesite.

Desde el dibujo preliminar hasta la obra de arte final, la NovaJet Pro le permite capturar la excitación del color vivo, fotorealístico, color sin banding, proporcionándole velocidad, prestaciones y la gama de colores más completa e impactante que se pueda encontrar actualmente en el mercado de sistemas de impresión Inkjet de gran formato.

Nosotros lo llamamos "Extreme Color Printing". Sólo posible gracias a la combinación de la nueva impresora NovaJet Pro de ENCAD los soportes QIS y las tintas y nuevos cabezales de impresión NovaInk propios de ENCAD.



*GPS en tiempo real*



Sensores GPS SR299 y SR399  
Unidades de control CR244 y CR344  
Programa estático cinemático RT-SKI

Levantamientos    Posicionamiento  
Replanteos        Navegación  
Controles

*Leica*



# Levantamientos GPS en tiempo real rápidos, eficientes, productivos precisión centimétrica

## Ventajas

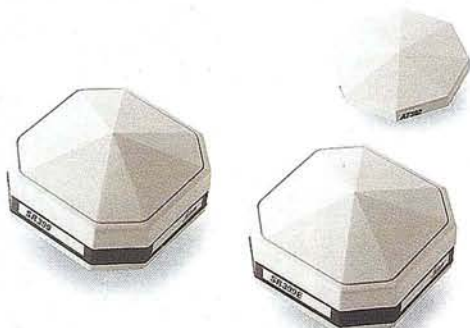
- Coordenadas en tiempo real
- Precisión centimétrica
- Control de calidad in situ
- No requiere post-proceso
- Resultados en WGS84 o coordenadas locales
- Sistema de un solo operador
- Mayor productividad
- Resistente a todos los climas
- Multifuncional

## Aplicaciones

- Levantamientos de control
- Levantamientos de detalle, ingeniería civil, catastrales, topográficos
- Medición de perfiles, volúmenes
- Replanteo
- Localización de puntos
- Minería, exploraciones
- Controles sísmicos
- Control de posiciones y movimientos
- Navegación de precisión
- Medidas a vehículos, embarcaciones, plataformas
- Control de maquinaria
- Levantamientos batimétricos de alta precisión

## Sistema integrado

- Gestión de proyectos vía programa SKI
- Combina resultados en tiempo real y de post-proceso
- Base de datos común (identificadores de punto, coordenadas, códigos, atributos) para sistemas GPS y TPS
- Salida a sistemas SIG y LIS



Sensores GPS de doble frecuencia SR299(E) y SR399(E)



Unidades de control GPS CR244 y CR344 con programa estático cinemático en tiempo real RT-SKI



Radio módem

## Levantamientos GPS Técnica efectiva y arraigada

En la actualidad, la topografía GPS está cada vez más arraigada y está empezando a sustituir a métodos clásicos topográficos en tareas como levantamientos de redes de poligonal, triangulaciones y controles fotogramétricos. Gracias al desarrollo de técnicas introducidas en los últimos tres años como estático rápido, stop and go y cinemático, GPS ha tomado el relevo de la poligonación en trabajos de control y está empleándose cada vez más en levantamientos de detalle, topográficos y de ingeniería civil.

Estando los 24 satélites disponibles, ahora es posible llevar a cabo levantamientos GPS de alta precisión (centimétrica e incluso milimétrica) durante las 24 horas del día y desde casi cualquier punto de la Tierra.

## Topografía GPS en tiempo real El último desarrollo

La topografía GPS de alta precisión es una técnica diferencial con medidas a satélites efectuadas simultáneamente desde una estación de referencia y otra móvil.

En la topografía GPS convencional, los datos obtenidos en la estación de referencia y la móvil se almacenan para su posterior tratamiento en un PC. Los resultados se obtienen una vez completadas las observaciones en el campo.

En topografía GPS en tiempo real, los datos se transmiten continuamente de la estación de referencia a la estación móvil por radio módem. Los datos de la estación móvil y de referencia se combinan y procesan continuamente en el receptor móvil. Los resultados se obtienen in situ, poco después de haber realizado las observaciones.



# Sistema de un operador

## Resultados directamente en el campo

### Empleo como una estación total

#### Complemento perfecto

Las dos técnicas GPS, post-proceso y tiempo real, aportan numerosas ventajas y se complementan perfectamente.

La topografía GPS convencional de post-proceso resulta ideal para levantamientos de control de la más alta precisión, particularmente cuando las líneas base y los tiempos de observación son largos. La técnica de post-proceso puede emplearse también para levantamientos de detalle y topográficos cuando, p.ej. a causa de obstrucciones no se puede usar un radio modem.

GPS en tiempo real es la técnica perfecta para llevar a cabo levantamientos de control locales de detalle, de ingeniería civil, topográficos y replanteos en áreas abiertas y pequeñas donde apenas haya obstrucciones que eviten el empleo de un radio modem.

#### Sistema de un solo operador

##### Resultados in situ

##### Control de calidad al instante

GPS en tiempo real ofrece los resultados allí donde esté operando. Dado que la calidad de las medidas se ve de inmediato, si se desea, pueden efectuarse controles al instante.

Una vez estacionada la referencia, para el manejo del receptor móvil sólo se necesita un operador.

En cuanto empieza a transmitir la estación de referencia, una única persona puede llevar a cabo un trabajo completo en tiempo real.

En el mismo área pueden trabajar simultáneamente y de forma independiente diversas estaciones móviles. Para ello se apoyan en la misma estación de referencia.

#### Empleo como una estación total

La técnica GPS en tiempo real resulta particularmente atractiva en aplicaciones donde se han de medir y replantear cientos o miles de puntos en áreas relativamente pequeñas y abiertas.

Teniendo en cuenta que el operador puede desplazarse rápidamente con la estación móvil de un punto a otro, como un geodesta con un bastón de reflector, la técnica GPS en tiempo real se manifiesta muy útil en muchas de las tareas que normalmente se efectúan con estaciones totales.



#### Soporte lógico y equipo físico

Para levantamientos GPS en tiempo real se necesita el siguiente equipamiento:

- Sensor GPS SR299(E) o SR399(E)
- Unidad de control GPS CR244 o CR344
- Programa RT-SKI
- Radio modem

La unidad de control permite la conexión de cualquier radio modem con interfaz RS232 que opere con 4800 baudios o más y que no requiera saludo de inicialización (handshake).

Las unidades de control dotadas del programa RT-SKI transmiten y reciben datos brutos y calculan posiciones en tiempo real en WGS84 o coordenadas locales.

#### Referencia

La estación de referencia para tiempo real consta de:

- Sensor SR299(E) o SR399(E)
- Unidad de control CR244 o CR344 con RT-SKI
- Radio modem
- Cables, accesorios, fuente de alimentación

#### Estación móvil

La estación móvil se compone prácticamente de los mismos elementos que la de referencia. La diferencia radica en que suele preferirse el sensor SR299E o SR399E con antena externa. Además, todo el equipo puede acoplarse en la mochila que ofrece Leica.

#### Liviano y sencillo de transportar

El equipo móvil se acomoda perfectamente en una mochila expresamente diseñada para él. Con ella, el operador puede desplazarse rápidamente de un punto a otro con la antena y la unidad de control en el bastón.







# Unidades de control GPS CR244 y CR344

## Coordenadas WGS 84 y locales

### Números de punto, códigos y atributos

#### Coordenadas WGS 84 y locales

Cualquier tipo de levantamiento GPS puede realizarse con coordenadas WGS 84 o locales.

Cuando los parámetros del sistema WGS 84 (sistema de coordenadas GPS) se han transformado al sistema local y almacenado en la unidad de control, el operador dispone de coordenadas locales en tiempo real.

#### Transformaciones

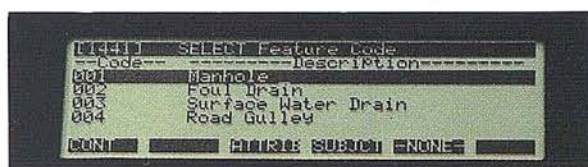
La unidad de control ofrece dos métodos de cálculo de parámetros de transformación:

- Transformación clásica 3D de Helmert basada en 3 o más puntos de control
- Transformación 2D de Helmert basada en 2 o más puntos de control y un datum de altura interpolado local

#### Elipsoides y proyecciones de mapas

El operador puede introducir y almacenar proyecciones de mapas y elipsoides.

Con la técnica de tiempo real, el operador realiza las medidas y obtiene los resultados en el sistema de referencia local.

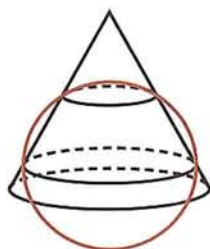
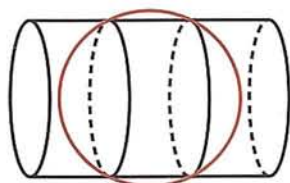


#### Identificadores de punto, códigos y atributos definidos por el usuario

Las unidades de control CR244 y CR344 soportan un nuevo sistema de códigos y atributos que resultan ideales para las aplicaciones SIG. Con el programa Workbench, el operador puede definir capas, códigos y atributos conforme a sus necesidades y transferirlos a y de las unidades de control.

Los identificadores de punto con o sin incremento automático pueden definirse libremente.

Con la técnica de tiempo real de Leica, el operador puede añadir automáticamente sus propios códigos y atributos a sus coordenadas en tiempo real y números de punto.



#### Control de calidad in situ

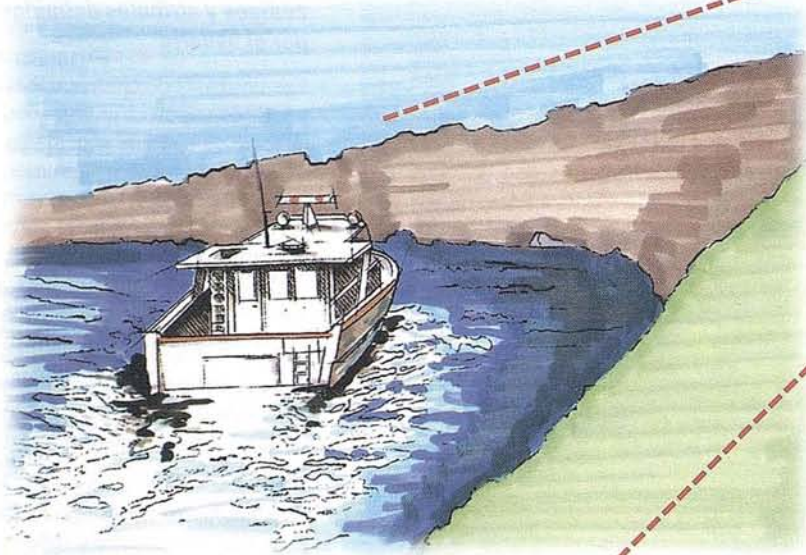
Una de las principales ventajas de GPS en tiempo real es que el operador sabe de inmediato si la inicialización ha resultado satisfactoria, esto es, si se han resuelto las ambigüedades y se ha alcanzado la precisión requerida.

En la pantalla de la unidad de control se visualiza toda la información necesaria, inclusive un indicador de calidad.

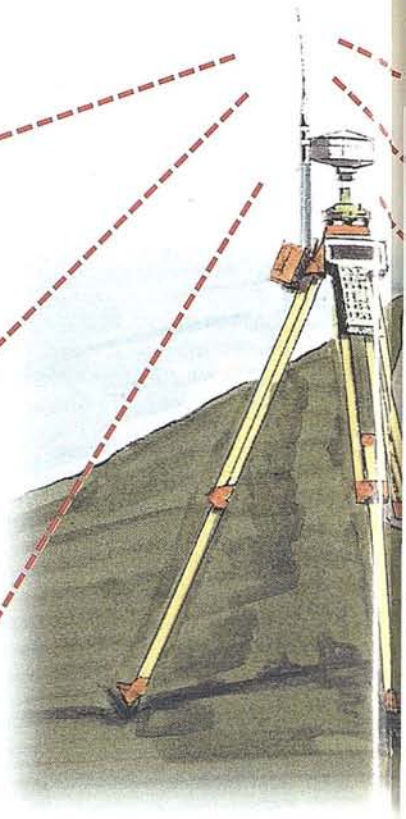
En el receptor móvil se visualizan todos los detalles acerca del rastreo de satélites, el registro y el estado de la batería del receptor de referencia.



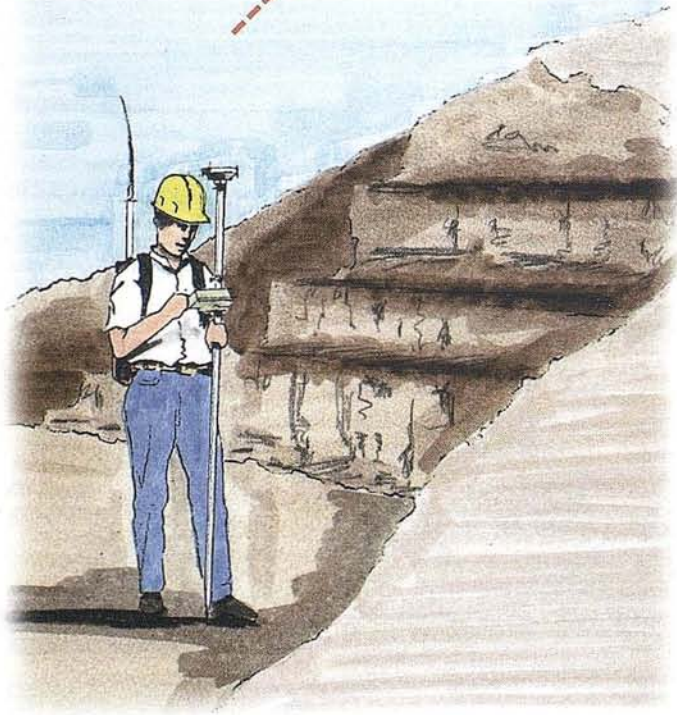
# Levantamientos GPS en tiempo real



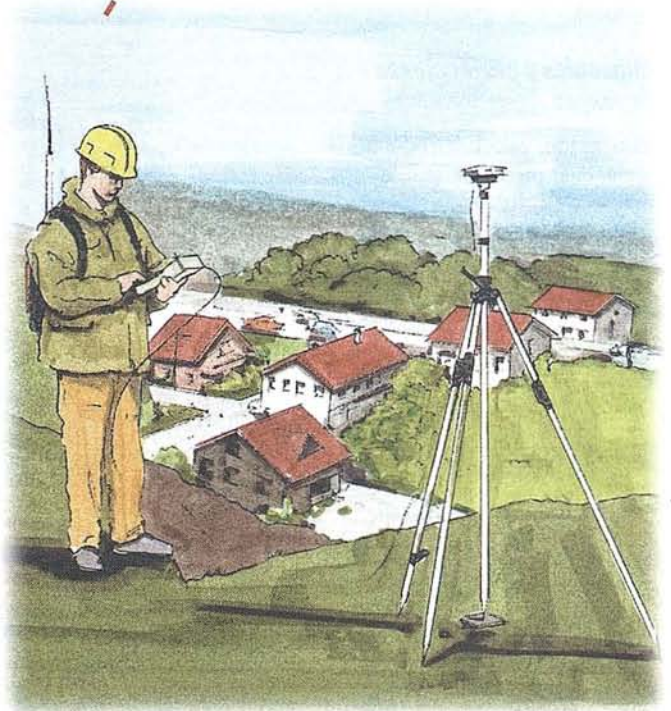
*Levantamientos batimétricos en canales, lagos, ríos, puertos y estuarios. Para trabajos de dragado e ingeniería, así como la localización y el tendido de cables y tuberías.*



*El receptor de referencia estacionado en un punto conocido transmite los datos de observación de forma continua a los receptores móviles.*



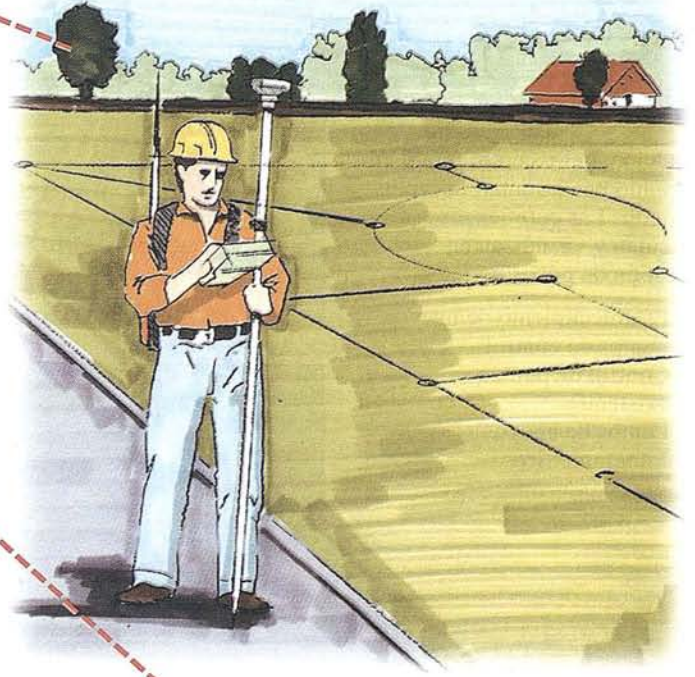
*Levantamientos topográficos para modelos digitales de terreno, determinación de terraplenes, desmontes y volúmenes. Minería, exploración, levantamientos sísmicos.*



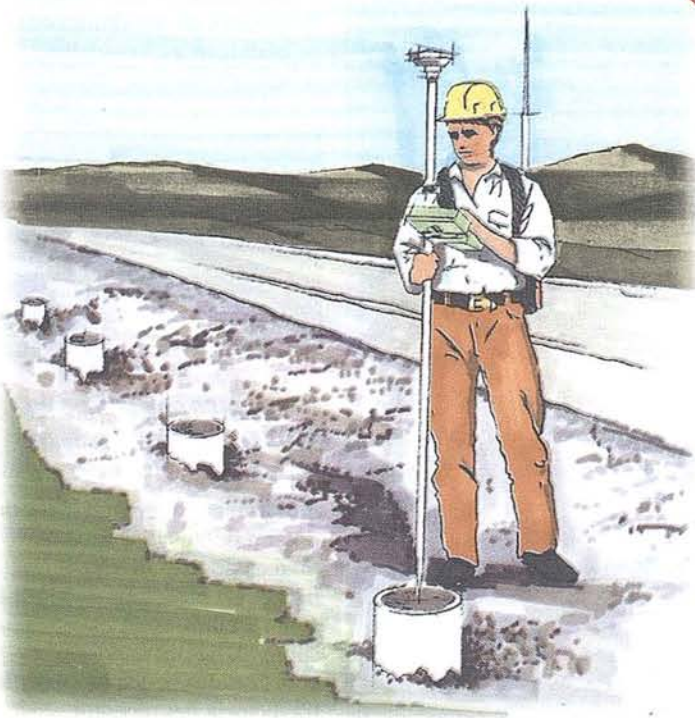
*Medidas en estático rápido para levantar nuevos puntos, controlar estaciones existentes y coordinar puntos de control fotogramétricos para cartografía.*



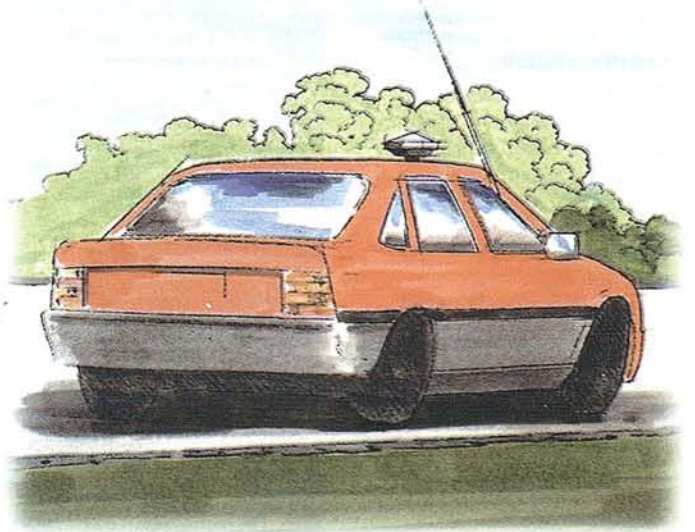
# Para todas las aplicaciones



*Levantamiento de puntos de detalle para parcelaciones, topografía, límites, aplicaciones SIG de alta precisión.*



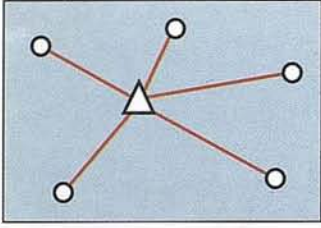
*Tareas de replanteo para obras de la construcción, ingeniería civil, parcelaciones, etc. Emplazamiento de jalones. Determinación de terraplenes y desmontes. Localización de marcas cubiertas por nieve o vegetación.*



*Levantamientos cinemáticos para determinar la trayectoria de objetos en movimiento, plataformas y vehículos. Para el trazado de carreteras y la navegación de alta precisión.*



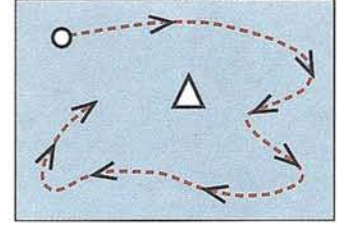
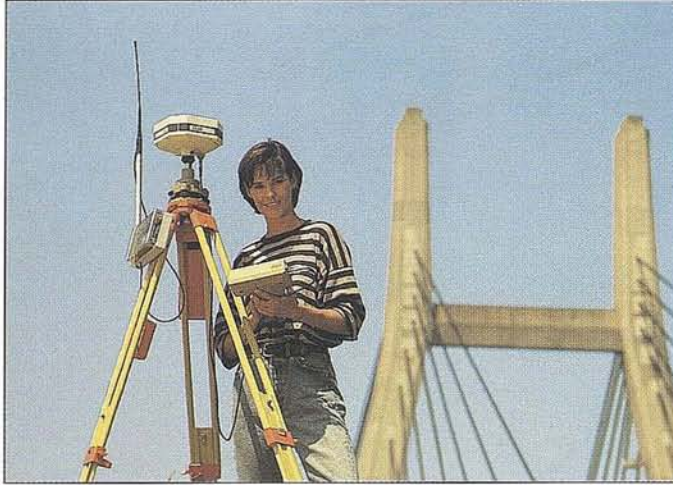
# Todos los modos de medición GPS



## Estático rápido

Estacionar el receptor móvil en el punto por levantar, encender y medir. Las coordenadas se calculan y visualizan en cuestión de pocos minutos.

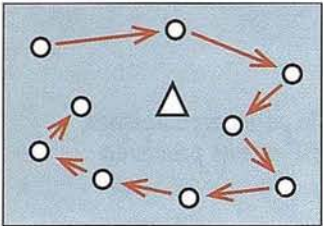
- Establecimiento de nuevos puntos de control
- Control de puntos existentes
- Puntos de apoyo fotogramétrico



## Cinemático

En modo cinemático el receptor está en continuo movimiento. Las coordenadas de posición se obtienen en intervalos de tiempo seleccionados, p.ej. cada 2 segundos.

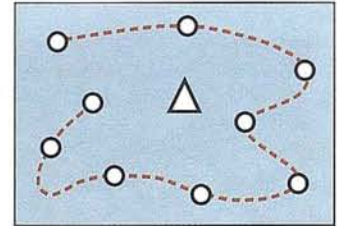
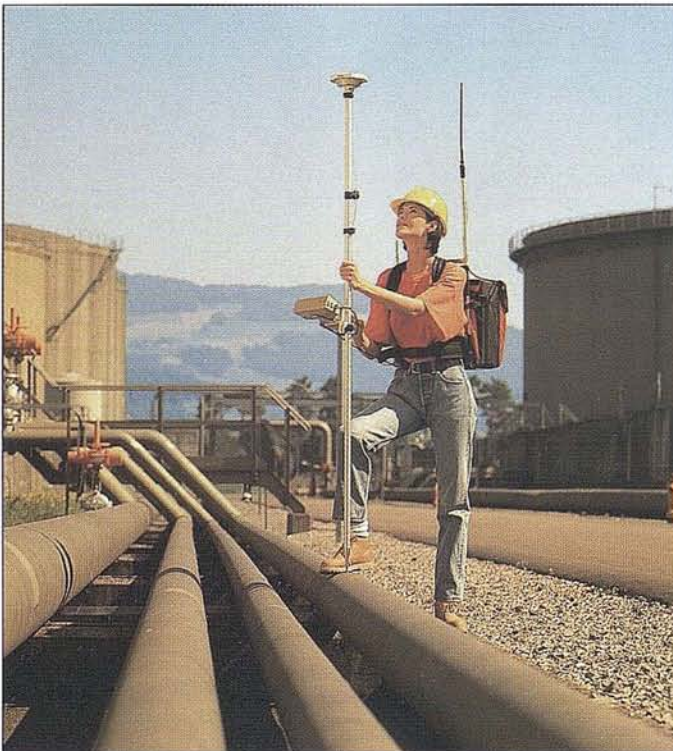
- Determinación de trayectorias de objetos en movimiento
- Navegación
- Levantamientos batimétricos de precisión
- Control de movimientos de plataformas, vehículos, embarcaciones, etc.



## Stop and Go

Observar que el receptor móvil está perfectamente estable durante algunas épocas en el punto por levantar. Las coordenadas obtenidas son la media de las medidas realizadas en cada época.

- Coordinación de puntos aislados
- Levantamientos de detalle, catastrales, topográficos, ingeniería civil



## Cinemático con puntos de marcas de tiempo

Con el receptor en continuo movimiento el operador puede dotar a puntos discretos de marcas de tiempo. Puede hacerlo al pasar por un punto o si el receptor está posicionado sobre él. Se obtienen coordenadas de los puntos y la trayectoria del receptor.

- Medida de trayectorias de objetos en movimiento
- Determinación de la posición de puntos aislados
- Levantamientos de detalle, ingeniería civil, catastrales, topográficos
- Carreteras, oleoductos, límites
- Perfiles transversales



# Replanteo para la posición y la altura

## Modo de replanteo con visualización gráfica

GPS en tiempo real de Leica se manifiesta idóneo para el replanteo y la localización de puntos, pues actualiza de forma continua las posiciones y las alturas.

- Sitúa marcas allí donde se requiere
- Determina valores de terraplén y desmonte
- Marca alturas
- Localiza marcas cubiertas por nieve o vegetación

El operador ve inmediatamente la dirección que ha de tomar y la distancia por recorrer.

La información se presenta de forma clara y se actualiza de forma continua.

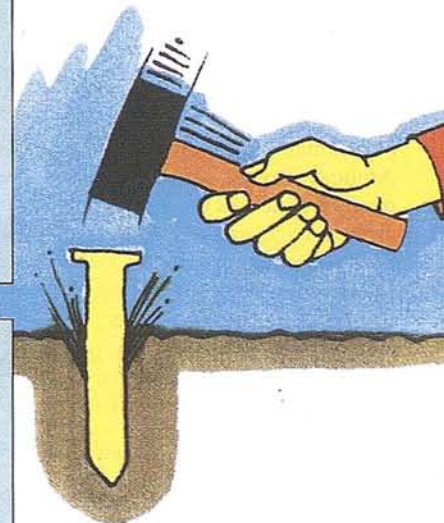
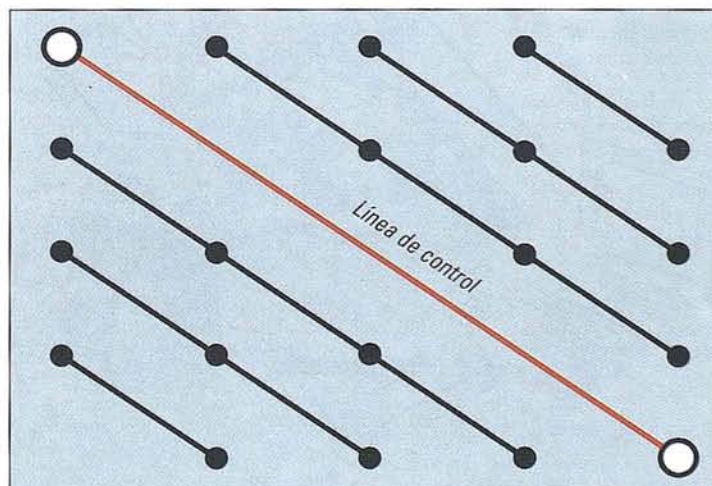
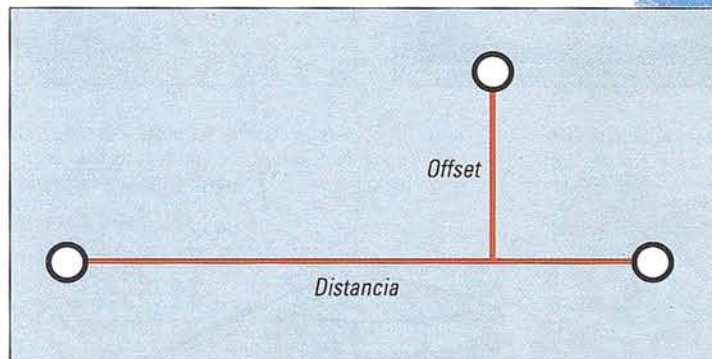
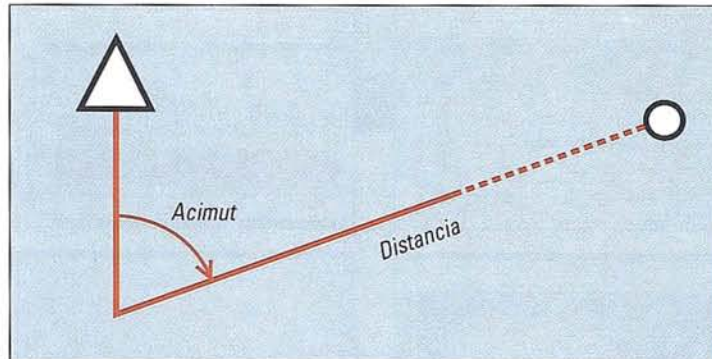
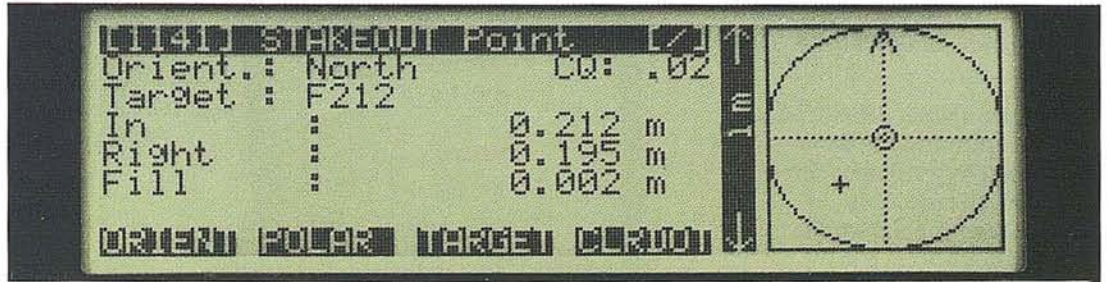
- Acimut y distancia
- Distancia a lo largo de la línea y desviación (offset) de la línea
- Terraplén y desmonte
- Visualización numérica y gráfica

El operador puede definir una línea de control, las desviaciones de la línea de control y las distancias a lo largo de estas líneas.

El operador puede desplazarse a cada punto y replantearlo, rápida y fiablemente.

## Aplicaciones

- Construcción
- Ingeniería civil
- Parcelaciones
- Levantamientos sísmicos





# Soporte completo de software SKI, Workbench y Open Survey World™

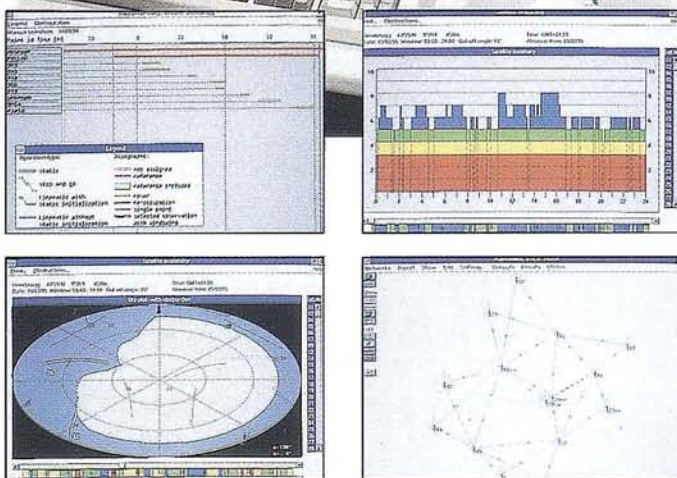
## Datos en tiempo real almacenados en tarjetas de memoria

Las coordenadas en tiempo real, los identificadores de punto, códigos y atributos se almacenan en tarjetas de memoria intercambiables que pueden introducirse en la unidad de control.

También se pueden almacenar datos brutos (fase de portadora y pseudo-distancias) para un análisis posterior.

## Open Survey World™ Base de datos común para sistemas GPS y TPS

Las unidades de control CR244 y CR344, empleadas para levantamientos GPS en tiempo real, soportan OSW™, la nueva base de datos común de Leica para GPS y TPS (sistema de posicionamiento por teodolito). Ambos sistemas emplean los mismos sistemas de códigos y atributos y formatos de datos. Esto permite un perfecto intercambio de datos e información entre sistemas GPS y TPS. También es posible la salida de datos a sistemas corrientes SIG y LIS (sistemas de información territorial).



## Programa SKI para el post-proceso y la combinación de resultados

La principal restricción para los levantamientos GPS en tiempo real es el radio modem. Si la estación de referencia está ubicada en un punto alto y el terreno es abierto y no ofrece obstrucciones, generalmente es posible medir todos los puntos en tiempo real de manera rápida y eficiente.

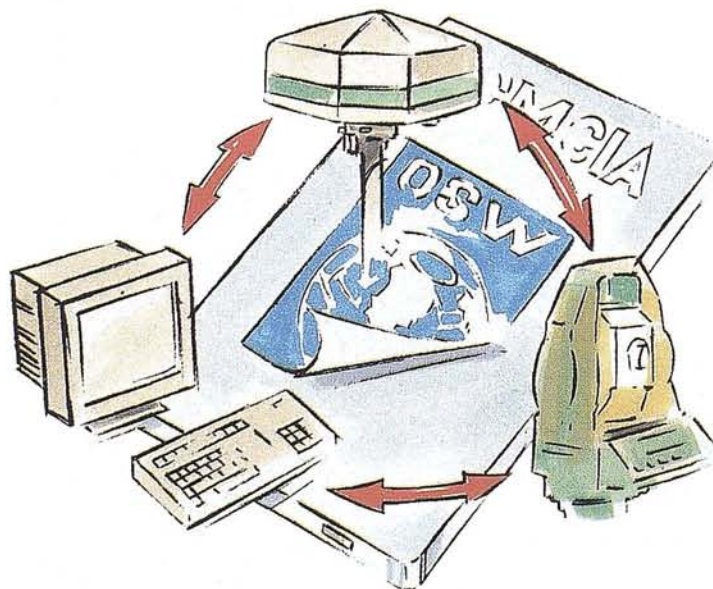
Sin embargo, en ciertas áreas, edificios, bosques, cerros y valles pueden bloquear la conexión de datos en algunos puntos. Si se han registrado los datos brutos, es posible post-procesarlos y así obtener las coordenadas de los puntos que no pudieron medirse en tiempo real.

Las coordenadas en tiempo real almacenadas en la unidad de control pueden leerse directamente en el programa SKI y combinarse con coordenadas obtenidas mediante post-proceso. Con SKI, el operador puede completar un levantamiento GPS combinando resultados en tiempo real y de post-proceso y exportando las coordenadas finales a otros sistemas.

## Programa workbench para listas de punto, códigos y atributos

Workbench, herramienta que soporta levantamientos GPS, se emplea para:

- Generar listas de códigos y atributos en formato OSW
- Generar listas de puntos de control y de puntos por replantear y transferirlas a y de la unidad de control
- Transferir coordenadas en tiempo real, identificadores de punto, códigos y atributos desde la unidad de control y generar archivos IDEX para la transferencia a otros sistemas.





# GPS en tiempo real

## Datos técnicos

### Precisión, rango, constelación

Para levantamientos GPS en tiempo real se requieren como mínimo 5 satélites con buen GDOP.

El alcance depende por un lado del radio modem y por otro, de la distancia hasta la que se pueden resolver ambigüedades.

Con un radio modem apropiado y condiciones ionosféricas normales, el sistema puede alcanzar hasta 10 km. Con un radio modem más potente y condiciones ionosféricas buenas, puede superarse esta cifra.

Una vez resueltas las ambigüedades, en el receptor móvil están disponibles posiciones en tiempo real con precisión centimétrica.

Como en todos los tipos de levantamientos GPS la precisión altimétrica es menor a la planimétrica (aprox. 2x).

Precisiones de una línea base (error medio cuadrático):

- Estático: 5 mm + 1 ppm
- Estático rápido: 5 a 10 mm + 1 ppm
- Movimiento (Stop and go y cinemático) 10 mm + 2 ppm

La precisión depende de varios factores como el número de satélites, la geometría de la constelación, los efectos multicamino, la ionosfera, la distancia, la resolución de ambigüedades, etc.

El tiempo requerido para la inicialización varía según el número de satélites observados, la geometría de la constelación, los efectos multicamino, la ionosfera, la distancia, etc.

### Datos técnicos

**Sensores para tiempo real**  
**Unidades para tiempo real**  
**Software para tiempo real**  
**Radio modem**

#### Inicialización (resolución de ambigüedades)

Estático rápido  
 Sobre punto conocido  
 On the fly (en movimiento)

#### Número de satélites requerido

#### Modo medición / precisión de línea base

Estático (estacionario hasta unos 15 minutos después de inicialización)  
 Estático rápido (inmediatamente después de la resolución)  
 On the fly (modo en movimiento, inmediatamente después de la resolución)  
 Stop and go (modo en movimiento)  
 Cinemático (modo en movimiento)

#### Precisión planimétrica

#### Precisión altimétrica

#### Rango máximo (según radio modem empleado)

#### Tiempo de inicialización (valores típicos)

Estático rápido  
 Sobre punto conocido  
 On the fly (en movimiento)

#### Tiempo para punto con marca de tiempo

#### Visualización control de calidad

#### Medio de registro

#### Registro de datos en tiempo real

Capacidad para datos en tiempo real  
 Número de puntos (aprox.)

#### Registro de datos brutos

Capacidad para datos brutos (aprox.)  
 5 sat. sobre L1 y L2, cada 2 segundos  
 5 sat. sobre L1 y L2, cada 5 segundos  
 5 sat. sobre L1 y L2, cada 15 segundos

#### Suministro de energía / consumo

Sensor y unidad de control  
 Radio modem en estación de referencia  
 Radio modem en estación móvil

#### Batería / autonomía

En estación de referencia (aprox.)  
 En estación móvil (aprox.)

#### Coordenadas visualizadas y registradas

#### Transformación

Helmert 3D  
 Helmert 2D

#### Proyecciones de mapas

#### Elipsoides

SR399/SR399E y SR299/SR299E  
 CR344 y CR244  
 RT-SKI para las unidades CR344 y CR244  
 Cualquier modelo apropiado: RS232, 4800 baudios mín., modo transparente sin handshake (saludo de inicialización)

Con SR399                      Con SR299

Sí                                      Sí  
 Sí                                      Sí  
 Sí                                      No

5 sobre L1 y L2                      (GDOP < 8)

#### Precisión de línea base (emc)

5 mm + 1 ppm

5 a 10 mm + 1 ppm

10 mm + 2 ppm (sólo SR399)

10 mm + 2 ppm

10 mm + 2 ppm

Típicamente como precisión de línea base

Típicamente 2x precisión de línea base

Unos 10 km

Con SR399                      Con SR299

aprox. 1 minuto                      3 a 5 minutos

15 segundos                      15 segundos

aprox. 1 minuto                      -

2 a 3 segundos

EMC de la medida

Tarjetas de 0,5 MB y 2 MB

Memoria interna opcional de 1 MB en unidad de control

Identificadores, coordenadas, info. código

0,5 MB	1 MB	2 MB
1500	3000	6000

Seleccionable por el operador

0,5 MB	1 MB	2 MB
1,2 horas	2,4 horas	4,8 horas
3 horas	6 horas	12 horas
9 horas	18 horas	36 horas

12 V

12 W

3 W para Satellite 1 AS

1 W para Satellite 1 AS

GEB71 Cd Ni, 12 V 7 AH

4 a 5 horas continuas (con Satellite)

5 a 6 horas continuas (con Satellite)

WGS84 o sistema local

Cálculo en la unidad o introducidas manualmente

Requiere 3 puntos o más con posición y altura

Requiere 2 puntos o más con sólo posición.

Datum de altura local interpolado.

Transversal Mercator

UTM

Lambert

Elipsoides estándar, introducidos manualmente



# Equipos para levantamientos GPS en tiempo real

El equipo mínimo recomendado para la estación de referencia y la móvil está listado abajo. La configuración del mismo toma como base el radio modem Satelline 1 AS y 2 AS. Si se emplea algún otro modelo, los equipos deberán ser modificados ligeramente.



## Equipo mínimo para estación de referencia para GPS en tiempo real

(bajo el supuesto que se adquiere localmente el radio modem Satelline 1AS o 2AS)

- 639 937 Sensor GPS SR399 o
- 639 944 Sensor GPS SR399E con antena externa
- 560 118 Adaptador para fijar el sensor o la antena externa al soporte GRT44
- 560 112 Soporte GRT44
- 506 299 Base nivelante GDF22 con plomada óptica
- 399 244 Trípode GST05
- 455 291 Dispositivo medidor de alturas
- 639 942 Unidad de control GPS CR344 sin memoria interna de 1 MB
- 663 122 Programa RT-SKI para una unidad de control
- 639 949 Tarjeta de memoria PCMCIA, 2 MB
- 560 130 Cable de 1,8 m para conectar la batería al sensor o la unidad de control
- 560 131 Cable de 2,8 m para conectar el sensor a la unidad de control
- 409 667 Batería universal GEB71, 12 V 7Ah, CdNi
- 560 117 Maletín de transporte
- 639 964 Antena Gainflex
- 639 966 Caja de protección para Satelline 1AS o 2AS
- 639 967 Adaptador con cable para fijar la antena de radio Gainflex en la caja de protección. Integra un cable para conectar la antena con el radio modem
- 639 968 Cable 1,8 m, LEMO 8 polos a RS232 15 polos, para conectar radio modem Satelline a la unidad de control CR344

Es posible emplear también el sensor GPS SR299/299E y la unidad de control GPS CR244. Para mayor información acerca de los sensores, unidades de control, accesorios y software, consultar el folleto „Suministro: Topografía GPS - System 300 (G1 500-0es)



## Equipo mínimo para estación móvil para GPS en tiempo real

(bajo el supuesto que se adquiere localmente el radio modem Satelline 1AS o 2AS)

- 639 944 Sensor GPS SR399E con antena externa
- 560 118 Adaptador para fijar el sensor o la antena externa al bastón de aplomar GRT44
- 560 134 Bastón de aplomar, segmento 1,50 m
- 560 135 Bastón de aplomar, segmento 0,50 m
- 560 137 Soporte para fijar la unidad de control GPS al bastón de aplomar
- 639 942 Unidad de control GPS CR344 sin memoria interna de 1 MB
- 663 122 Programa RT-SKI para una unidad de control
- 639 949 Tarjeta de memoria PCMCIA, 2 MB
- 563 808 Caja de interfaz GEV112
- 409 667 Batería universal GEB71, 12 V 7Ah, CdNi
- 636 972 Cable 0,5 m, conecta el sensor SR399E a la caja de interfaz
- 636 972 Cable 0,5 m, conecta la batería a la caja de interfaz
- 636 805 Cable 1,8 m, conecta la unidad de control CR344 a la caja de interfaz
- 639 968 Cable 1,8 m, conecta radio modem a la caja de interfaz
- 639 964 Antena radio Gainflex
- 639 967 Adaptador con cable para fijar la antena de radio Gainflex en la caja de protección. Integra un cable para conectar la antena al radio modem
- 563 807 Armadura portátil para mochila grande
- 639 971 Mochila grande para la armadura portátil
- 560 117 Maletín de transporte

**Leica España, s.a.**

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

Basauri, 17 Edif. Valrealty - Aravaca - Tel. (91) 372 88 75 - Fax (91) 372 89 06 - 28023 MADRID

Virgen de Montserrat, 12 - Planta bja. Dcha. C - Tel. (95) 428 43 53 - Fax (95) 428 01 06 - 41011 SEVILLA



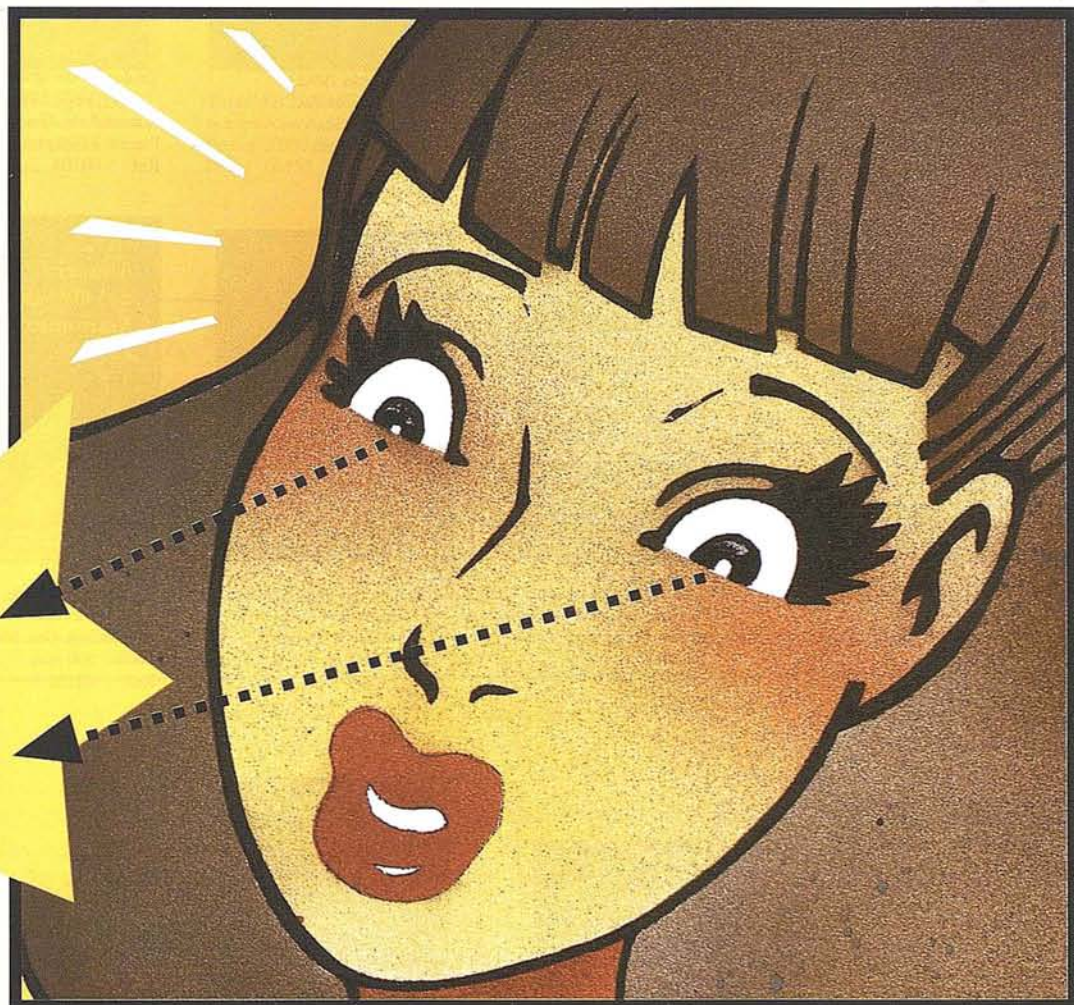
# HOLIDAY GYM

**OFERTA  
Nº 18**

de *Holiday Gym*

desde  
**3.990**

MES + IVA  
La mejor Oferta,  
y no es un cuento



**INTERNATIONAL FITNESS**

11.000 m<sup>2</sup> de instalaciones con  
**Padel, Squash, Piscina,**

Aerobic, Centro de Estética, Medical Fitness, Parking ..

Llame ahora al **640 11 11**

De 10:00 a 14:00h. y de 17:00 a 21:00h.

CASTELLANA • Plaza de Carlos Trias Bertrán, 4 • Telf. 555 96 24 • VERGARA • Plaza República Dominicana, 8 • Telf. 457 80 00

PRINCESA • Princesa, 40 (entrada por Serrano Jover, 3) • Telf. 547 40 33. Y próximamente en Barcelona.

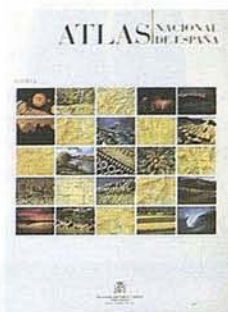
Acérquese a su Holiday Gym más próximo donde estamos a su entera disposición de 8:00 a 24:00 horas de lunes a viernes y de 10:00 a 22:00 horas sábados, domingos y festivos.

*Holiday Gym*

FITNESS - CENTER  
INTERNATIONAL



# PUBLICACIONES TECNICAS



**Título:** Atlas Nacional de España. I Tomo  
**Autor:** Instituto Geográfico Nacional.  
**Precio:** 16.000 ptas.  
**Ref.:** 00101



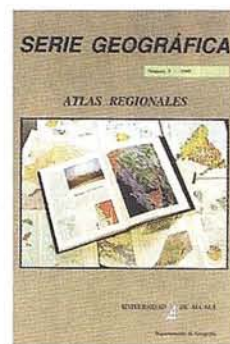
**Título:** 2º Congreso S.I.G.  
**Autores:** AESIG.  
**Precio:** 1.000 ptas.  
**Ref.:** 00102



**Título:** Boletín 1992.  
**Autores:** Real Sociedad Geográfica.  
**Precio:** 1.500 ptas.  
**Ref.:** 00103



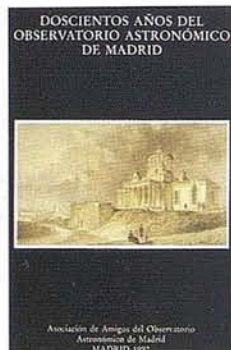
**Título:** La Geografía de España (1970-1990).  
**Autores:** Asoc. Geográfica.  
**Precio:** 3.000 ptas.  
**Ref.:** 00104



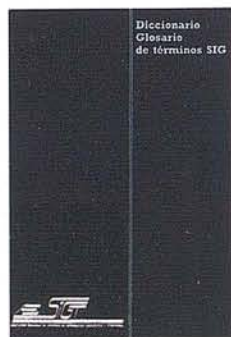
**Título:** Atlas Reg. Ponencias.  
**Autores:** Univ. Alcalá de Henares.  
**Precio:** 2.000 ptas.  
**Ref.:** 00105



**Título:** La Enseñanza de la Teledetección.  
**Autores:** Univ. Alcalá de Henares.  
**Precio:** 2.000 ptas.  
**Ref.:** 00106



**Título:** 200 Años del observatorio de Madrid.  
**Autores:** Asoc. Amigos del observatorio.  
**Precio:** 2.000 ptas.  
**Ref.:** 00107



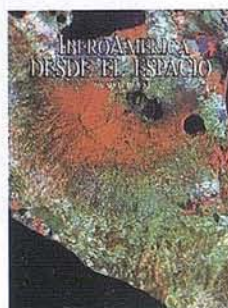
**Título:** Diccionario Glosario de términos S.I.G.  
**Autores:** AESIG.  
**Precio:** 1.000 ptas.  
**Ref.:** 00108



**Título:** Anuario de Observatorio Astronómico 1994.  
**Autores:** Inst. Geo. Nacional.  
**Precio:** 800 ptas.  
**Ref.:** 00109



**Título:** Cart. Histórica del encuentro de dos mundos.  
**Autores:** I.G.N.  
**Precio:** 9.000 ptas.  
**Ref.:** 00120



**Título:** Ibero América desde el Espacio.  
**Autores:** Cart. Marítima Hispana.  
**Precio:** 9.850 ptas.  
**Ref.:** 00121



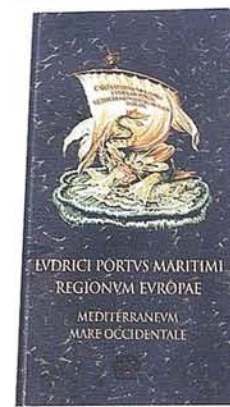
**Título:** Cartografía Marítima Hispana.  
**Autores:** I.G.N.  
**Precio:** 9.850 ptas.  
**Ref.:** 00122



**Título:** La imagen del Mundo 500 años de Cartog.  
**Autores:** I.G.N.  
**Precio:** 5.000 ptas.  
**Ref.:** 00123



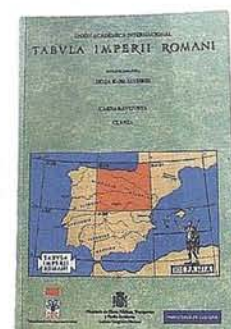
**Título:** Cartografía de Galicia.  
**Autores:** I.G.N.  
**Precio:** 3.000 ptas.  
**Ref.:** 00124



**Título:** Ludrici portus maritimi regionum europae mediterraneum mare occidentale.  
**Autores:** Delegación del Turismo de la Comisión Intermediterránea de la CRPM.  
**Precio:** 10.000 ptas.  
**Ref.:** 00125



**Título:** Guía de los itinerarios culturales de las regiones de Europa.  
**Autores:** Delegación permanente para el Turismo de la A.R.E.  
**Precio:** 3.500 ptas.(c/u)  
**Ref.:** 00126 00127



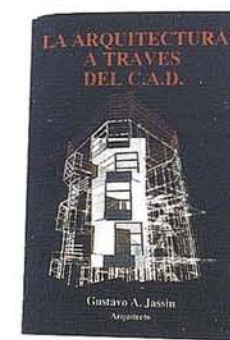
**Título:** Tabula Imperii Romani hoja K-30 (Madrid)  
**Autores:** I.G.N.  
**Precio:** 2.500 ptas.  
**Ref.:** 00128



**Título:** Tabula Imperii Romani hoja K-29 (Porto)  
**Autores:** I.G.N.  
**Precio:** 2.200 ptas.  
**Ref.:** 00129



**Título:** Sistemas de Información Geográfica Digitales.  
**Autores:** Miguel Calvo Melero.  
**Precio:** 4.000 ptas.  
**Ref.:** 00131



**Título:** La Arquitectura a través del CAD.  
**Autores:** Gustavo A. Jassin.  
**Precio:** 3.000 ptas.  
**Ref.:** 00132



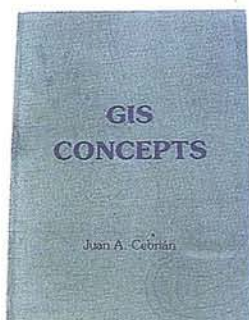
# PUBLICACIONES TECNICAS



Título: Sistemas de Información Geográfica. Prácticas con PC ARC/INFO e IDRISI.  
Autores: Joaquín Bosque.  
Precio: 4.950 ptas.  
Ref.: 00133



Título: Cartografía Digital. Desarrollo de software interno.  
Autores: Juan Mena Berrios.  
Precio: 3.200 ptas.  
Ref.: 00134



Título: GIS CONCEPTS.  
Autores: Juan A. Cebrián.  
Precio: 3.000 ptas.  
Ref.: 00135



Título: Elementos de Teledetección.  
Autor: Carlos Pinilla.  
Precio: 3.500 ptas.  
Ref.: 00136



Título: Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica.  
Autor: F. Javier Moldes.  
Precio: 2.950 ptas.  
Ref.: 00137

## BOLETIN DE PEDIDO A MAP & SIG CONSULTING

Pº Santa María de la Cabeza, 42 -28045 MADRID  
Telf-fax: 91-527 22 29 91-528 64 31

Nº. Ref	Cantidad	Descripción	Precio unit.	Total

Entrega de pedidos . . . . .  
 Nombre . . . . .  
 Empresa . . . . .  
 Dirección . . . . .  
 Ciudad . . . . . Provincia . . . . . C.P.: . . . . .

Forma de pago, talón nominativo ó reembolso. NOTA: Estos precios son con IVA. incluido. Cargo adicional de 1.000Pts. por envío.

## BOLETIN DE SUSCRIPCION

## MAPPING

Deseo suscribirme a la revista MAPPING por 12 números, al precio de 11 números.

Precio para España: 9.900 ptas. Precio para Europa y América: US\$ 120.

Forma de pago: Talón nominativo a favor de MAP & SIG CONSULTING.

Enviar a: MAP & SIG CONSULTING, S.L. - Pº Sta. Mª de la Cabeza, 42 - Of.2 - 28045 MADRID.

Nombre.....  
 Empresa..... Cargo.....  
 Dirección..... Teléfono.....  
 Ciudad..... C.P..... Provincia.....



# Actualización del Plano Ciudad de Madrid

## La cartografía, elemento necesario para la gestión en la Administración Local y Compañías de Servicio

José Antonio Nogales.  
Servicio Técnico de MAPTEL, S.A.

### 1. Introducción

Es habitual tener la sensación, que las actividades políticas y de gestión encomendadas a los Gobiernos Centrales son las más importantes dentro del mundo de la Administración de los Estados. Sin embargo, haciendo una reflexión detenida al respecto, ésta nos hará considerar que el tema no es tan claro y que en la actualidad las Autoridades Municipales, cada vez están más cerca del ciudadano, de su problemática y de sus necesidades.

Esta circunstancia nos lleva a pensar que en determinados temas, un retraso o incumplimiento de una misión municipal, puede tener mucha más repercusión sobre el ciudadano, que el incumplimiento de una misión estatal, y esto no debe sorprender.

Es evidente que en el mundo de hoy, el Municipio, el Gestor, han pasado a ser piezas claves en el engranaje: INDIVIDUO/SOCIEDAD/SERVICIO.

La Ciudad de hoy se podría comparar con el organismo humano, está compuesta por un conjunto de órganos que dirigen, gobiernan, y un esquema arterial, por el que circula la vida de la ciudad:

- Transporte.
- Energía.
- Comunicación.
- Agua.
- Saneamiento.

y un larguísimo etc.

Históricamente no siempre ha sido así, pero en la actualidad se dan una serie de circunstancias que dirigen a los gestores municipales, a ser los rectores de ciudades inteligentes:

- Una demanda social, de respuesta ágil del Ayuntamiento, ante los problemas de la gran ciudad.
- Una fuerte migración del sector agrícola a las áreas urbanas, en busca de trabajo estable, en la industria o en los servicios.

- Un incremento en la problemática de la gestión municipal.
- Una fuerte evolución de las tecnologías:
  - Información de gestión.
  - Informática gráfica.
  - Cartografía.
  - Telecomunicaciones.
  - Información.

Todo lo dicho reclama un cambio de filosofía en la forma de hacer y coordinar las cosas, se plantean herramientas que interrelacionan de manera fácil y rápida el territorio con la gestión, con el nombre, su hábitat, su entorno, su acción, etc., surgiendo la figura de la Georreferenciación de los hechos.

La ciudad es un Ente vivo, donde cada uno de sus elementos y componentes, no solo deben funcionar a la perfección, sino que cada elemento debe estar perfectamente coordinado y engranado con el resto de los componentes del conjunto de la maquinaria Municipal.

### 2. La cartografía, característica y funcionalidades

La cartografía es uno de los elementos vitales en la Administración Local, su información actualizada permite un conocimiento urbanístico detallado, que aporta una mejora en la gestión municipal.

Una primera reflexión sobre el tipo y características de los fondos cartográficos más apropiados, nos hará considerar los siguientes factores:

- Referencias geodésicas y cartográficas.
- Coordenadas.
- Escalas.
- Métodos empleados en su obtención.
- Contenido.
- Precisión.
- Cobertura de las áreas de influencia.
- Procedimiento de actualización.

y el entorno cartográfico próximo en el que nos movemos:



- Organismos Públicos.
- Empresas de Servicios.
- Empresas del Sector.
- Convenios existentes.

La cartografía es un elemento vital para la implantación de un S.I.G. Por este motivo requiere un análisis minucioso de los posibles usuarios potenciales, identificados con una definición clara las necesidades de:

- Ayuntamiento.  
(Considerando todos los Departamentos usuarios).
- Empresas de Servicio.
- Empresas Distribuidoras.
- Policía.
- Bomberos.
- Etc.

La actualización y el mantenimiento de la cartografía es un aspecto importante a considerar. Dada la peculiaridad de ésta como producto horizontal de cobertura de todas las actividades sobre el territorio, la previsión y redacción de las normas técnicas y administrativas para su mantenimiento, deben ser previstas como una necesidad más. La no consideración de estas normas bajo los aspectos:

- Técnico.
- Administrativo.
- Económico.

generará un fondo cartográfico abocado a la inmediata obsolescencia.

### 3. La importancia de la cartografía para las Compañías de Servicio

Parece lógico, conocida y planificada la ciudad, conocer y planificar el subsuelo.

El conocimiento y coordinación de las redes de distribución urbanas aportará grandes beneficios:

- Evita accidentes.
- Lleva el servicio al ciudadano.
- Interrelaciona urbanismo/servicio, anticipándose a los hechos.
- Una correcta planificación de las obras:
  - Compañías privadas, públicas.
  - Ayuntamientos.
- Etc.

Si queremos realizar una gestión integrada de la Red que discurre por el municipio, deberemos tener como soporte un banco de datos cartográfico que sirva de nexo de unión entre los hechos y actividades contempladas en la gestión municipal y el territorio donde se ubican o desarrollan.

No tendría sentido plantearse un Sistema de Gestión de Red, sin disponer de una cartografía actual y una base de datos a vincular.

Uno de los objetivos prioritarios de las Compañías de Servicio, es disponer de información cartográfica actualizada para el registro y gestión de la Red, éstas para su obtención proceden de la siguiente forma:

- Adquisición de fondos cartográficos.
- Estudio de fondos cartográficos.
- Actualización, mediante trabajos de campo.
- Procesos informáticos para su conversión a formato digital.

Las Compañías de Servicio, generan y mantienen actualizada la base cartográfica que les afecta, esta labor, aún siendo común para algunas de estas Compañías, es asumido en particular por cada uno de ellas, con la consiguiente duplicidad de esfuerzos y posible grado de desactualización.

El Ayuntamiento de Madrid, mediante el proyecto de Actualización del Plano Ciudad, esta logrando generar una información cartográfica digital actualizada, con utilidad para Compañías de Servicio que operan en este municipio.

### 4. Actualización del Plano Ciudad de Madrid

Los trabajos de actualización del Plano Ciudad en la presente campaña se han visto sujetos a diversas circunstancias, debidas a su propia naturaleza y condiciones administrativas.

- Considerable ámbito de desactualización.
- Plazo limitado de ejecución.
- Elaboración de los trabajos, mediante varias empresas.
- Adaptación sistema informático existente en Gerencia.

el conjunto de estos factores, ha significado para cada una de las empresas adjudicatarias, un considerable esfuerzo en materia de recursos humanos y materiales, que a modo de resumen indicamos a continuación.

#### Coordinación de trabajos

La Gerencia de Urbanismo y las empresas adjudicatarias, establecieron los canales de comunicación necesarios, para lograr una correcta coordinación de los trabajos, logrando de este modo asegurar, la unificación de criterios, así como garantizar la continuidad geográfica del trabajo entre las zonas objeto de actualización.

#### Patrón de Calidad

Siguiendo la normativa interna de Maptel, S.A., se marcaron las pautas específicas para este proyecto, realizándose los Patrones de Calidad, con el objetivo de lograr que los trabajos, se adaptasen a la especificaciones y normativa técnicas indicada por la Gerencia.



## " LA TIENDA VERDE "

C/ MAUDES Nº 38 - 28003 - MADRID

TI.: 533 07 91 533 64 54

Fax: 533 64 54

"LIBRERIA ESPECIALIZADA EN  
CARTOGRAFIA, VIAJES Y NATURALEZA"

- MAPAS TOPOGRAFICOS: S.G.E. I.G.N.
- MAPAS GEOLOGICOS.
- MAPAS DE CULTIVOS Y APROV.
- MAPAS AGROLOGICOS.
- MAPAS DE ROCAS INDUSTRIALES.
- MAPAS GEOTECNICOS.
- MAPAS METALOGENETICOS.
- MAPAS TEMATICOS
- PLANOS DE CIUDADES.
- MAPAS DE CARRETERAS.
- MAPAS MUNDIS.
- MAPAS RURALES.
- MAPAS MONTADOS EN BASTIDORES.
- FOTOGRAFIAS AEREAS.
- CARTAS NAUTICAS.
- GUIAS EXCURSIONISTAS.
- GUIAS TURISTICAS.
- MAPAS MONTAÑEROS.

"VENTA DIRECTA Y POR CORRESPONDENCIA"

"SOLICITE CATALOGO"

### Metodología

Una vez analizados todos los factores relativos al proyecto, se generó la normativa metodológica de los trabajos, incluyendo los procedimientos informáticos necesarios para cubrir y potenciar en la mayor medida, todos los aspectos técnicos del mismo.

En conclusión, el objetivo logrado en el transcurso de estos dos años de colaboración entre Gerencia de Urbanismo y Maptel, S.A., se sintetiza en:

- Total coordinación con el Cliente.
- Amplio conocimiento del Plano Ciudad.
- Disponibilidad de recursos humanos y materiales especializados.

### 5. Conclusiones

Una visión desactualizada de la ciudad, puede repercutir desfavorablemente en contra de ciudadanos que habitan en ésta.

La generación y mantenimiento de las bases cartográficas, deben ser abordadas desde Ayuntamientos, como organismos conocedores de la realidad del municipio.

Una ciudad, como Ente vivo, fascinante en su desarrollo:

- Paisajístico.
- Urbanístico.
- Infraestructuras.
- Subsuelo.
- Etc.

está sujeta a continuos cambios y modificaciones, ello implica, como se ha dicho con anterioridad, una política clara en el mantenimiento de los datos, en la garantía de la permanencia en vigor del Plano Ciudad.

La obsolescencia del Plano Ciudad crea escepticismo y como consecuencia, detractores; lo que automáticamente implica su abandono y por tanto pérdida de ilusión, tiempo y dinero.

Disponer gráficamente de la información relativa a nuevas edificaciones, infraestructuras, redes de Compañías de Servicios, etc., es uno de los grandes retos y objetivos de la mayoría de los Gobiernos Municipales.

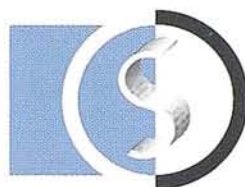
Gracias a los esfuerzos de el Excmo. Ayuntamiento de Madrid, Gerencia de Urbanismo y empresas adjudicatarias del proyecto para la Actualización del Plano Ciudad, se está logrando el objetivo de poder contar, con una cartografía digital del Municipio, actualizada y útil, capaz de ser tratada por el Ayuntamiento y las Empresas de Servicio.

En definitiva el Excmo. Ayuntamiento de Madrid está en disposición de dar respuesta a preguntas como:

- ¿Qué elementos existen?
- ¿Qué es cada elemento?
- ¿Dónde se ubica físicamente?
- ¿Cómo es?
- ¿Cómo se relaciona con los demás?
- ¿Cómo se relaciona con el espacio?



## NUEVA TARJETA ISSA



**CENTRO DE  
SERVICIOS**

### ¿HAY ALGUNA OTRA COMPAÑÍA EN EL MUNDO QUE LE OFREZCA ESTO?

- **24 HORAS DE ATENCIÓN** ininterrumpidamente de lunes a sábado.
- **SERVICIO BACK DE REPOSICIÓN** de equipos en caso de avería.
- **LÍNEA 900 GRATUÍTA** de Atención al Cliente. Llámenos y atenderemos sus sugerencias.
- **HOT LINE.** Línea directa para software.
- **HOT LINE.** Línea directa para servicio técnico.
- **TIEMPO RECORD EN SERVICIO TÉCNICO.** Correcciones en 4 horas y reparaciones en 72 horas.
- **RECOGIDAS Y ENTREGAS DIARIAS** en Madrid. Resto de la Península en un plazo máximo de 24 horas, con portes pagados.
- **CORRECCIÓN Y AJUSTE** anual de aparatos sin cargo.
- **10% DE DESCUENTO** en alquileres.
- **10% DE DESCUENTO** en formación.

**Y TODO A UN PRECIO QUE NO PUEDE IMAGINAR.**  
**INFÓRMESE LLAMANDO**  
**A NUESTRA LÍNEA GRATUÍTA 900 21 01 83**

*Le vamos  
a impresionar*



**Isidoro Sánchez, S. A.**

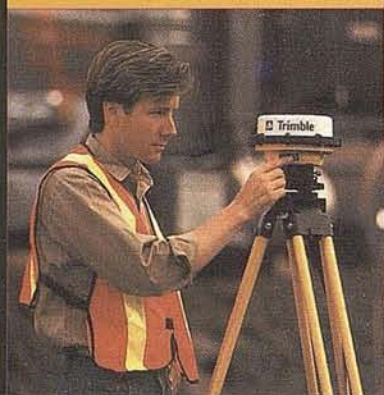


Ronda de Atocha, 16. 28012 MADRID

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



Topografía  
GPS  
sorprendentemente  
asequible



NUEVO

Si está interesado en recibir un disquette  
demo en Español sobre el Receptor  
Trimble 4600 LS, mándenos una copia de  
esta página con su nombre y dirección.

4600 LS  
Surveyor

**A**hora puede multiplicar su productividad en la realización de los trabajos topográficos y de apoyo empleando tecnología GPS a un precio reducido. El nuevo receptor 4600 LS le ofrece la calidad Trimble en un sistema fácil de usar, a un precio increíble. Gracias al último desarrollo de Trimble y a su renombrada tecnología, puede invertir en un sistema completo - dos receptores GPS incluyendo el logical para el procesado de datos - por el costo de una estación total convencional!

Y no es que solamente hayamos puesto la topografía GPS a un nivel más asequible, es que lo hemos mejorado también en otros aspectos importantes. Por ejemplo, hemos reducido el receptor monofrecuencia GPS, su antena y la fuente de alimentación a una unidad que pesa exactamente un kilo 665 gramos y que funciona con una pila normal de tamaño "C". Funciona con sólo apretar un botón. Hemos reducido el tiempo de observación. Hemos construido un receptor tan robusto que puede funcionar con temperaturas desde 40 grados bajo cero hasta 65° C. Y es tan sólido y fuerte que puede soportar el golpe que recibirá si se cae del trípode!. Y al regreso a la oficina, el reconocido logical GPSURVEY le permitirá procesar todos los datos en el amistoso y familiar entorno Windows. Y el operador dispondrá del manual de GPSURVEY y de todo el programa en español.

Si desea información adicional, una demostración o sencillamente una oferta, llámenos.  
Grafinta, S.A., Avda. Filipinas, 46, Madrid 28003, Tel. (91) 553 72 07, Fax (91) 533 62 82

 **grafinta**  
SOCIEDAD ANONIMA



**Trimble**