

# MAPPIING

Revista Internacional de Ciencias de la Tierra

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

MEDIO AMBIENTE

TELEDETECCIÓN

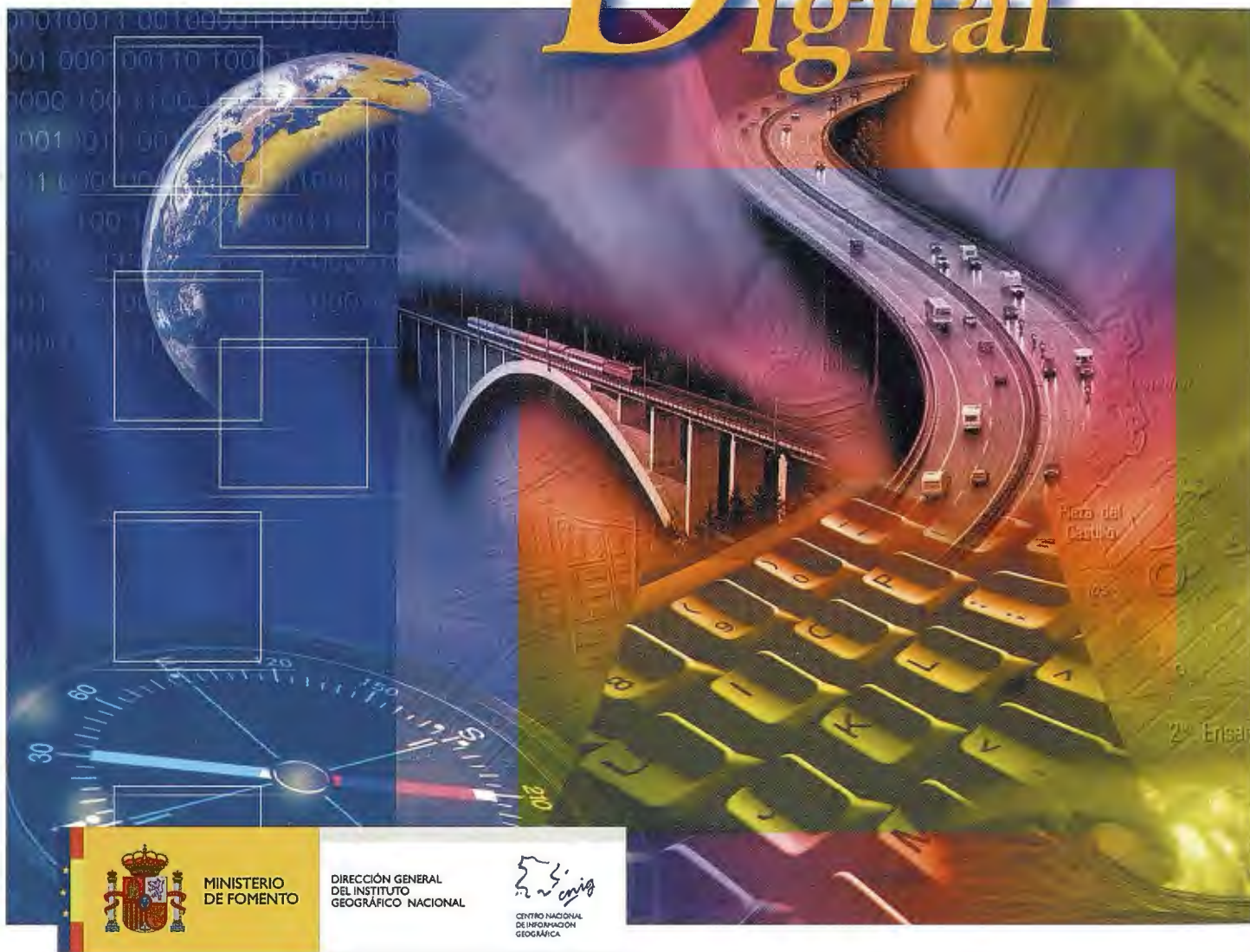
CARTOGRAFÍA

CATASTRO

TURISMO



# Cartografía Digital



MINISTERIO  
DE FOMENTO

DIRECCIÓN GENERAL  
DEL INSTITUTO  
GEOGRÁFICO NACIONAL



CENTRO NACIONAL  
DE INFORMACIÓN  
GEOGRÁFICA

BASE CARTOGRÁFICA NUMÉRICA (BCN 1000, 500, 200, 25),  
MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL (MTN50, 25),  
MODELO DIGITAL DEL TERRENO (MDT 1000, 200, 25),  
LÍNEAS LÍMITE, BASE DE DATOS DE POBLACIÓN, MAPA DE USOS DEL SUELO,  
FOTOGRAFÍA AÉREA, MAPA POLÍTICO DE EUROPA,  
MAPA POLÍTICO DEL MUNDO, CALLEJEROS Y OTROS PRODUCTOS.

Oficina central y comercialización:  
General Ibáñez de Ibero, 3 • 28003 MADRID  
Teléfono: +34 91 597 94 53 • Fax: +34 91 553 29 13  
e-mail: [consulta@cnig.es](mailto:consulta@cnig.es) • <http://www.cnig.es>

- GPS + GLONASS + GALILEO
- Máximo rendimiento de satélites
- Radio y modem GSM/GPRS
- Diseño sin cables
- A prueba de golpes, resistente a caídas desde 2 m



**Conectado...y cargado.**



Av. de la Industria, 35 · 28760 Tres Cantos – Madrid  
TL: 902 103 930 · FX: 902 170 393 · [www.inlandgeo.com](http://www.inlandgeo.com)



### **GR-3**

El receptor Topcon con la tecnología G3 de triple constelación

[www.topcon.eu](http://www.topcon.eu)

# MAPPING

## COMITE CIENTIFICO

### PRESIDENTE DE HONOR:

D. Rodolfo Nuñez de la Cuevas

### EDITOR JEFE.

D. José Ignacio Nadal Cabrero

### EDITOR:

D. Andrés Seco Meneses

*Universidad Pública de Navarra, España*

### MIEMBROS.

D. Javier González Matesanz

*Instituto Geográfico Nacional, España*

D. Benjamín Piña Paton

*Universidad de Cantabria, España*

D. Andrés Díez Galilea

*Universidad Politécnica de Madrid, España*

D. Stéphane Durand

*École Supérieure de Géomètres*

*Et Topographes, Le Mans, Francia*

Dña. Emma Flores

*Instituto Geográfico, El Salvador*

Dña. Tatiana Delgado Fernández

*Grupo Empresarial Geocuba, Cuba*

D. Luis Rafael Díaz Cisneros

*Cesigma, Cuba*

Dña. Sayuri Mendes

*Instituto de Geografía Tropical, Cuba*

Dña. Rocío Rueda Hurtado

*Universidad de Morelos, México*

Dña. María Iniesto Alba

*Universidad de Santiago, España*

Dña. Cleópatra Magalhaes Pereira

*Universidad de Oporto, Portugal*

D. Javier García García

*Instituto Geográfico Nacional, España*

D. Jorge Delgado García

*Universidad de Jaén*

## SUMARIO

6 IDENTIFICACIÓN DE LINDES HISTÓRICAS DE TÉRMINOS MUNICIPALES EL CASO DE VALPARAISO (ZAMORA)

10 ANÁLISIS DE LA PRECISIÓN DE RECEPTORES GPS Y DE BAJO COSTE EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y DINÁMICAS

16 SOBRE EL DEFINIR. RECOMENDACIONES PARA LA REDACCIÓN DE DEFINICIONES

20 LOS MODELOS DIGITALES DEL TERRENO, LA INFORMACIÓN EXTRAÍDA Y ACUMULADA, UNA ALTERNATIVA DE ORIENTACIÓN GEOLÓGICA

24 NUEVOS AVANCES EN WIDE AREA. REAL TIME KINEMATIC (WARTK)

28 UNA SOLUCIÓN PARA LA EDUCACIÓN Y EL APOYO EN LA GESTIÓN MUNICIPAL

30 INDUSTRIA ESPAÑOLA Y SERVICIOS PROFESIONALES

34 MAPOTECA DIGITAL. UN SERVICIO DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA TEMÁTICA GEORREFERENCIADA

39 CATASTRO ESPECIALIZADO EN LA AGRICULTURA CAÑERA EN CUBA: ANTECEDENTES, CREACIÓN Y RELACIÓN CON EL CATASTRO NACIONAL

44 DEGRADACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL EN EL MUNICIPIO SIERRA DE CUBITAS. CUBA.

50 GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE CURVAS DE NIVEL EN UN PROCESO DE REDUCCIÓN DE ESCALA DE 1:50.000 A 1:100.000

66 GEODESIA PECULIAR EN HUELVA

68 IMPLEMENTACIÓN EN UN SIG DE LA FAJA FORESTAL HIDRORREGULADORA DE LA CUENCA BACURANAO

70 UN CAPÍTULO MENOR DE LA HISTORIA DE LA CARTOGRAFÍA. TESTIMONIOS ESCRITOS SOBRE LA EXISTENCIA Y EL USO DE MAPAS EN EL PERÍODO PREPTOLEMAICO

92 LOS MAPAS DE NAPOLEÓN 200 AÑOS DESPUÉS

**Foto Portada:** Anteojo invertible sobre los collares de 35 cm de distancia focal y 2,7 cm de apertura con cruz filar sencilla. Dimensiones: 36 x 21 x 17 cm **Edita:** Revista Mapping, S.L. **Redacción, Administración y Publicación:** C/Hileras, 4 Madrid 28013 - Tel. 91 547 11 16 - 91 547 74 69 [www.mappinginteractivo.com](http://www.mappinginteractivo.com). E-mail: [mapping@revistamapping.com](mailto:mapping@revistamapping.com) **Diseño Portada:** R & A MARKETING **Fotomecánica:** P.C. **Impresión:** COMGRAFIC **ISSN:** 1.131-9.100 **Dep. Legal:** B-4.987-92.

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

# SOKKIA

## DITAC



GSR2700 ISX

# TECNOLOGÍA AL SERVICIO DE LA INGENIERÍA



ESTACIÓN TOTAL ROBOTIZADA  
SERIE SRX

CONFIANZA, INNOVACIÓN, SATISFACCIÓN. . . SENSACIONES QUE

ENCONTRARÁ EN EL NUEVO PROYECTO DE

SOKKIA ESPAÑA

DITAC SOLUCIONES  
C/Albasanz, 14 Bis. 1ºE  
28037 Madrid  
Tel.: +34 91 440 13 20  
Fax: +34 91 375 95 62

info@sokkiaditac.es  
www.sokkiaditac.es

# IDENTIFICACION DE LINDES HISTORICAS DE TERMINOS MUNICIPALES. EL CASO DE VALPARAISO (ZAMORA).

Palomo, Marcos. Universidad Politécnica de Madrid. España. Fernández, Susana. España. Ormeño, Santiago. Universidad Politécnica de Madrid.

## 0.- RESUMEN.

El presente artículo se enmarca en una problemática frecuente, referida a la recuperación de límites de entidades territoriales, de los que, por circunstancias diversas, se está en riesgo de perder las referencias, particularmente las propias del terreno. En este caso se trata del municipio de Valparaíso (Zamora, España) que, a causa de su pérdida de población, fue absorbido por otro vecino.

Se describen las características de la zona, la metodología seguida en la redefinición de los límites, la identificación de los mojones originales y los problemas derivados de la singularidad de los trabajos. Se verifica el ajuste con los documentos cartográficos originales y se elabora nueva documentación que permite salvaguardar la delimitación original.

**Palabras clave:** deslinde, lindes, mojones, Valparaíso

## 0.- ABSTRACT.

The frame of this study is referred to a frequently question, like the recovery of territorial entities boundaries, which are in risk of lost, specially the milestones. In this study, the Valparaíso village (Zamora, Spain) case is studied. This village was annexed to a neighbour village because of population lost.

This paper describes the area characteristics, the methodology followed in the original milestones identification and the problems derived from this peculiar work. The precision of the results are verified with the available old maps, and new documents are elaborated which allow to safeguard the historical boundary.

**Keywords:** delimit, boundary, milestones, Valparaíso

## 1.- INTRODUCCIÓN.

El objetivo inicial del presente trabajo fue localizar e identificar los mojones que definen el término municipal histórico de la localidad de Valparaíso, con el fin de evitar su desaparición y deterioro. Para ello se ha utilizado la información recogida en los cuadernos de campo que sirvieron de base para la confección de los planos topográficos del año 1908 y las actas de deslinde en las que se definían las señales, así como un navegador GPS monofrecuencia para dotarlos de coordenadas.

La pedanía de Valparaíso se encuentra localizada al NO de la provincia de Zamora, en la comarca de la Carballeda, junto a las aguas del embalse de Valparaíso, construido en 1988 sobre el cauce del río Tera y su afluente, el río Valdalla. Esta localidad ha pasado de tener una población de 903 habitantes en 1857 (Fuente: INE) y dos pedanías que dependían de ella (Fresno de la Carballeda y Manzanal de Abajo, hoy sumergido bajo el embalse), a apenas 40 habitantes en la actualidad y la pérdida del ayuntamiento en el año 1971, cuando fue anexionado al municipio de Mombuey, junto con Fresno de la Carballeda. Al despoblamiento y envejecimiento de los residentes, se ha unido la

pérdida de terrenos de cultivo con la construcción del embalse, entre ellos la fértil ribera del río Tera, lo que ha llevado al abandono la totalidad del término municipal, que ha sido invadida por una abundante vegetación de roble y retamas, entre la que se encuentran especies animales tales como ciervo, corzo, jabalí, zorro y, ocasionalmente, lobos provenientes de la cercana Sierra de la Culebra.

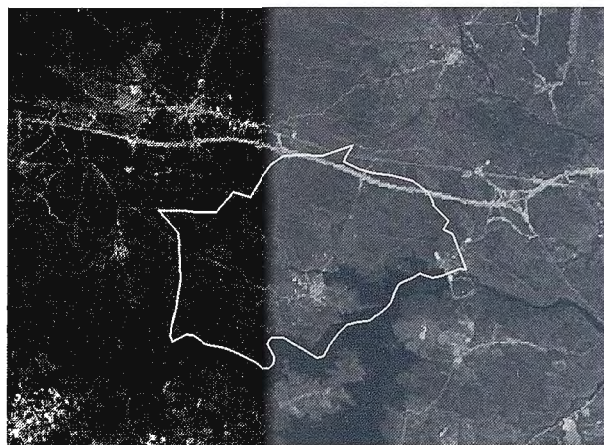


Figura 1: Vista general del término municipal (Escena Landsat ETM+, 17/06/2000).

## 2.- DATOS DE PARTIDA.

Los documentos de base utilizados en presente trabajo se basan en el deslinde de términos municipales, realizado como consecuencia de la Ley de 27 de Marzo de 1900. Mediante dicha ley, se crea el catastro por masas de cultivo y clases de terreno, se perseguía evitar la ocultación de bienes inmuebles mediante la elaboración de una documentación apta y fiable (Benítez, E.).

El Instituto Geográfico y Estadístico realizaba un mapa a escala 1/25000 del término municipal. Con la concurrencia de los ayuntamientos limítrofes se colocaban los mojones y se realizaba un acta de deslinde.

Se entiende por deslinde el acto formal de definir los límites de una propiedad. El amojonamiento implica señalar físicamente, mediante mojones o hitos, el límite de la propiedad. El deslinde presupone una duda respecto de la línea divisoria, mientras que el amojonamiento presupone una seguridad en el trazado de tal línea (Femenia, C.).

El deslinde correspondiente al presente caso, se realizó en el año 1908, indicando en el título de la documentación "Planos geométricos por términos municipales", en tal documento se representa la planimetría del término municipal con indicación de los correspondientes mojones.

Estos planos fueron realizados mediante itinerarios y radiación, midiéndose los ángulos con brújula sexagesimal de 15' de apreciación y las distancias con estadía vertical, no teniéndose en cuenta los ángulos verticales inferiores a 5° para el cálculo de distancias reducidas al horizonte.



Figura 2: Documento inicial.

Entre la documentación archivada en el Instituto Geográfico Nacional, están digitalizados los cuadernos con las observaciones de campo que sirvieron para hacer aquellos planos y las actas de deslinde manuscritas y firmadas por las comisiones municipales designadas, en las que se describen los mojones, en el caso de que dichas comisiones acordasen que el mojón era común a sus términos municipales.

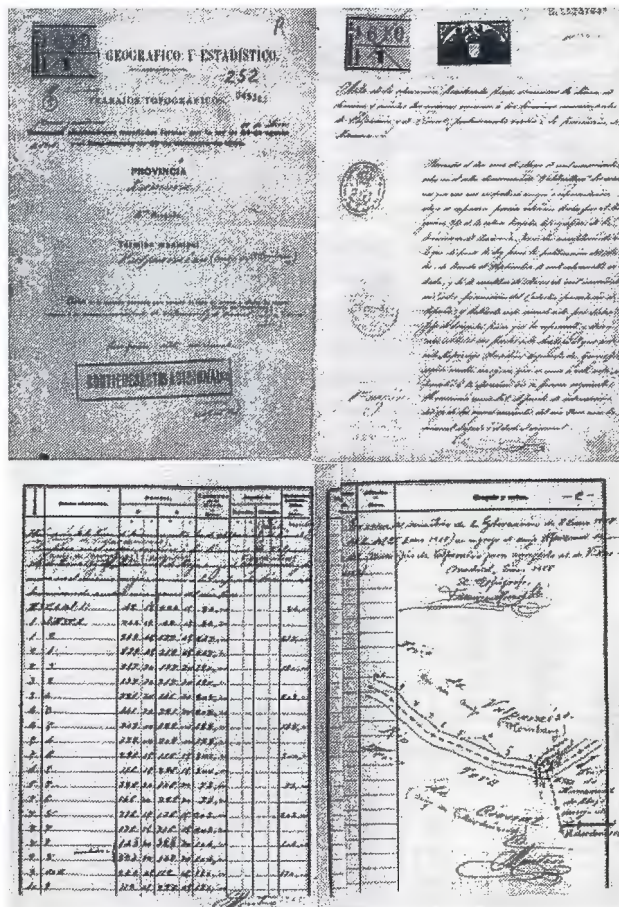


Figura 3: Actas de deslinde y cuadernos de campo

### 3.- DESARROLLO DE LOS TRABAJOS.

Tras la fase de recopilación de información en el Instituto Geográfico Nacional, se procedió a visitar junto con algu-

nas personas de la localidad que aún conocen las marcas, la línea límite para evaluar el estado de los mojones, al mismo tiempo que se tomaron sus coordenadas. Hay que señalar que debido al tiempo transcurrido desde su identificación y descripción en las actas de deslinde, y al abandono de la zona, muchos de ellos no fueron correctamente identificados en la primera visita, por lo que en una segunda fase se procedió a identificar los mojones que tenían más posibilidades de coincidir con los originales para, a partir de sus coordenadas y con la información de acimutes y distancias, tratar de localizar los adyacentes. Ésta fue una fase costosa, pues hubo que hacer varias pruebas hasta dar con un mojón "bueno", que permitiese ir llegando a todos los demás.

El procedimiento seguido para la localización e identificación de las señales ha sido el siguiente: Situados en un mojón, y a partir de las coordenadas que nos marca el GPS, por medio de los acimutes y distancias del levantamiento de 1908, calcular las coordenadas 'teóricas' del siguiente mojón para, una vez en la zona, tratar de identificarle. En algunos casos no ha sido nada fácil, pues al error del GPS se unen los propios de la observación de la poligonal, el que la vegetación ha invadido gran parte del terreno, y que en la zona de búsqueda había varias piedras, dificultando la identificación del mojón correcto, ya que las descripciones de los mismos no son muy precisas, limitándose a dar unas dimensiones aproximadas de la señal y su naturaleza. Hay que hacer notar que el término mojón, en este trabajo, no hace referencia a una señal artificial, con forma definida, sino que todos las señales que definen el término se corresponden con alguna de estas descripciones: Piedras nativas (no siempre con formas singulares) en las que a veces aparecen inscripciones grabadas (las iniciales de los municipios y muescas) o montones de tierra y piedras, prácticamente irreconocibles por el paso del tiempo y el desarrollo de la vegetación.



Figura 4: Estado actual de las señales.

#### 4.- INSTRUMENTAL UTILIZADO.

Para dotar de coordenadas a los mojones con el fin de volverlos a localizar en un futuro, se ha utilizado un navegador GPS Garmin, modelo eTrex, monofrecuencia, que realiza observaciones de código suavizado con la fase de la portadora L1, teniendo la posibilidad de recibir correcciones diferenciales del sistema EGNOS, por lo que la precisión para los objetivos de este trabajo está más que asegurada, y si bien en algunos puntos, al estar rodeados de árboles, la visión del cielo no era muy buena, el número de satélites en todas las observaciones siempre ha sido superior a 6.

#### 5.- RESULTADOS.

Una vez recorridas todas las líneas límite transitables y que se encuentran recogidas en las actas de deslinde (una parte del término está anegado por el embalse y la línea límite entre Valparaíso y Rionegro del Puente quedó sin definir por falta de acuerdo entre las comisiones municipales), hemos localizado prácticamente todos los mojones descritos, pues en algunos de ellos se hace constar que no hubo acuerdo sobre su situación exacta y no se daba su descripción. Solamente han faltado por identificar dos mojones correspondientes a dos amontonamientos de tierra y piedras que estaban en tierras de labor y que parecen haber desaparecido, así como otro que ha quedado sepultado tras la construcción de la autovía de las Rías Bajas (A-52) entre Benavente y Vigo.

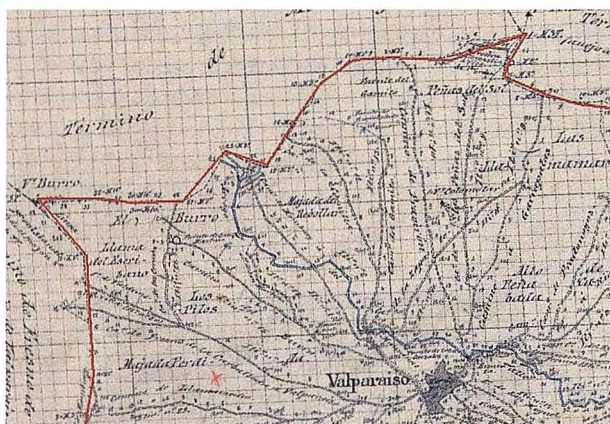


Figura 5: Comprobación sobre el mapa planimétrico de 1908

Línea límite	Mojón	X	Y	Z
V - F	3	720716	4651672	847
V - F	4	720810	4651982	864
V - F	5	720838	4652192	873
V - F	6	720894	4652513	882
V - F	7	720855	4653156	888
V - F	8	720844	4653404	893
V - G	2	724099	4654836	888
V - G	3	724065	4654741	888
V - G	4	724378	4654609	880
V - G	5	724656	4654572	884
V - M	2	723650	4654861	902
V - M	3	723208	4654879	893
V - M	4	722904	4654866	890
V - M	5	722649	4654691	889
V - M	7	722236	4654085	868
V - M	8	721913	4654184	863
V - M	9	721583	4653810	857
V - M	10	721181	4653803	894
V - M	11	720953	4653829	901
V - M - G	M3T	724235	4655057	904

Tabla 1: Coordenadas de finales. Abreviaturas: V - Valparaíso; M - Mombucy; F - Fresno de la Carballeda; G - Garrapatas (Sta. Eulalia); R - Rionegro del Puente; M3T - Mojón de tres términos.

**TÉRMINO MUNICIPAL HISTÓRICO DE VALPARAÍSO (ZAMORA)**  
RESEÑA DE MOJÓN

---

- Línea límite: Valparaíso - Fresno de la Carballeda  
- Nombre de mojón: Mojón 6  
- Paraje: El Quemado

---

**Coordenadas UTM (WGS84):**  
X: 720894  
Y: 4652513  
Z: 882

---

**Descripción en las actas de deslinde:**  
Piedra irregular clavada en el terreno de 1m de altura, 0.50m de latitud y 0.30m de grueso en un monte bajo propiedad del Estado.

---

**Estado actual:**  
La piedra es perfectamente identificable debido a su forma singular, si bien está oculta por abundante vegetación.

---

**Fecha de visita:** agosto-2007

---

**Fotografía:**

Figura 6: Reseña de los mojones

La precisión final de las coordenadas de los mojones se puede estimar en torno a 10 m, suficientes para el fin que se persigue y dadas las características de los mismos (piedras de 7m de largo x 5m de ancho x 2m de alto, y mayores en algunos casos). El listado de coordenadas está en proyección UTM (huso 29) y referidas al dátum WGS84. Como comprobación de los resultados y para eliminar errores groseros, se ha georreferenciado el mapa planimétrico de 1908 a partir de los mojones que se han identificado con total seguridad, y se han dibujado por coordenadas los puntos obtenidos en campo para ver el grado de coincidencia, que como puede verse en la figura 5, es muy bueno, superponiéndose el límite identificado en este trabajo, con el límite del plano de 1908.

Además, se ha elaborado una reseña de cada uno de los mojones, en la que aparecen todos los datos necesarios para su identificación y localización, incluida una fotografía del estado actual del mismo.

#### 6.- REFERENCIAS.

- Benítez, E. (2007). Deslinde y amojonamiento de términos municipales. Revista CT/Catastro. N. 60. P.91-107.
- Femenia, C. (2006) La Topografía y la Cartografía en los deslindes y servidumbres en España. Biblio 3W Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona, Vol. XI, nº 666. <http://www.ub.es/geocrit/b3w-666.htm>.
- Instituto Geográfico y Estadístico. (1908). Planos geométricos por términos municipales, ley de 27 de marzo. 1900. Instituto Geográfico Nacional. Madrid.





# POCKET & TABLET CARTOMAP 5.6

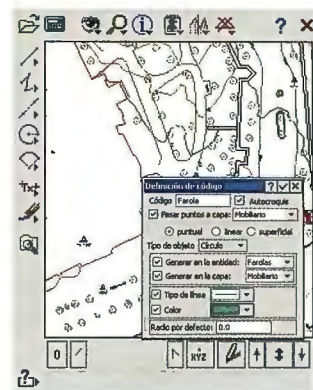
*Pocket y Tablet CARTOMAP* facilitan el trabajo en obra con diversos aparatos GPS, estaciones totales manuales, motorizadas y robotizadas en modo remoto, distanciómetros... de diferentes fabricantes (Leica, Topcon, Trimble...) y con diferentes equipos Pocket PC (Itronix, Topcon FC100, Trimble Recon y ACU Leica Allegro...) y Tablet PC (UMPC, Toughbook...).

La rapidez, calidad y funcionalidad de *Pocket y Tablet CARTOMAP 5.6* establecen un nuevo hito en la operativa diaria del trabajo en obra y proporciona una plataforma de trabajo homogénea para todo su parque de instrumentos.

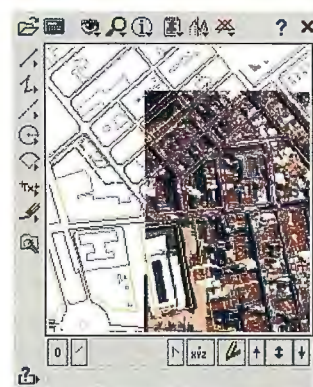
*Tablet CARTOMAP* facilita la comunicación entre campo y oficina técnica para la mayor eficacia en la elaboración de proyectos y ejecución de Obras de Ingeniería Civil, Urbanismo, Minería, Hidrología, Aeropuertos, Catastro, Agrimensura...

**Puede solicitarnos una demostración adecuada a su problemática, sin ningún compromiso.**

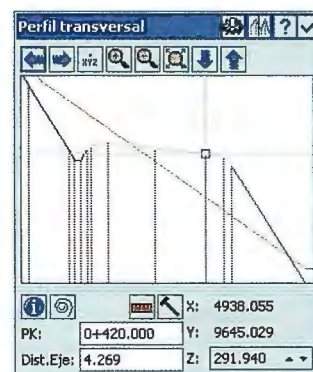
- Captura de datos
- Topografía analítica de campo
- Modelos Digitales del Terreno
- Curvado
- CAD 2D/3D
- Croquis automático asociativo
- Perfiles longitudinales
- Perfiles transversales
- Rasantes
- Replanteo
- Control de calidad
- Secciones tipo
- Ficheros Shapefile y mucho más...



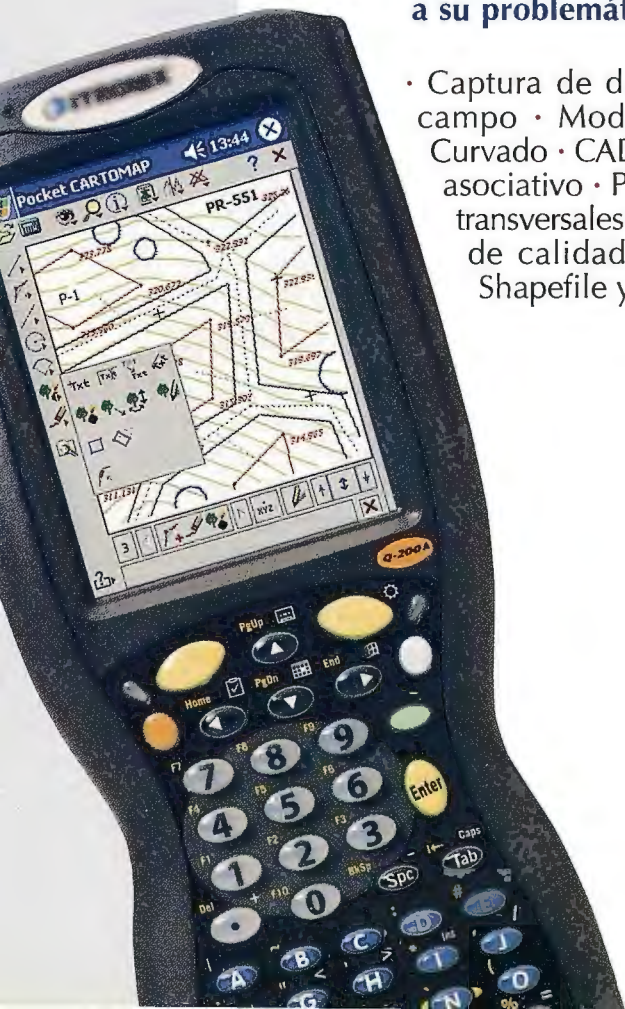
El autocroquis realiza el dibujo en tiempo real, según la codificación.



Se pueden incorporar ortofotos junto con cartografía en formato DXF.



Se puede replantear cualquier punto y en cualquier PK, con funciones específicas y control de calidad.



## POCKET & TABLET CARTOMAP ¡Desde 625€!

licencia adicional de CARTOMAP Básico "Topografía y Curvado"

ANEBA Geoinformática, S.L.  
BARCELONA • MADRID • HAMBURGO  
info@aneba.com • Tel. 933.633.820

# Análisis de la precisión de receptores GPS de bajo coste en condiciones estáticas y dinámicas

Carlos Andrés García, Jaime Gómez Gil  
Universidad de Valladolid.  
Dpto. de Teoría de la Señal, Comunicaciones e Ingeniería Telemática  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación

## RESUMEN

La popularidad de los sistemas basados en GPS para aplicaciones de agricultura es muy relevante en la actualidad. Los fabricantes de receptores GPS informan de su precisión habiendo utilizado datos en condiciones estáticas sólo. Sin embargo, la mayoría de aplicaciones de agricultura son dinámicas, de trazado paralelo y requieren alta precisión en la componente transversal. En este estudio, se evalúa la precisión de siete receptores GPS comerciales de bajo coste (Evermore SA320, Fortuna U2, Garmin 16A, Garmin 18, Haicom HI-204III, Holux GR-213, Polstar PGM-111) de código en L1, con diferentes chipsets, tanto en condiciones estáticas como dinámicas. Se han configurado con la navegación estática deshabilitada, así como el Track Smoothing. Tampoco se utilizan las correcciones diferenciales. Para el resto de parámetros se han dejado los valores por defecto. Se ha comprobado que ciertos receptores aumentan su error relativo en condiciones dinámicas respecto al esperado en condiciones estáticas. El receptor que ha presentado mejores prestaciones es el Haicom HI-204III, con chipset Sirf Star III.

**PALABRAS CLAVE:**GPS accuracy, precision agriculture, cross-track error, UTM.

## I. INTRODUCCIÓN

Como punto de partida, se intenta situar un punto de la superficie terrestre en un sistema de coordenadas. Dado que el globo terrestre presenta una estructura elipsoidal, el sistema no debe utilizar proyecciones planas, sino proyecciones geodésicas. En concreto, es conveniente utilizar el sistema UTM (Universal *Transverse Mercator*), que conserva los ángulos, pero distorsiona todas las superficies sobre los objetos, así como las distancias existentes, ya que se construye geoméricamente el mapa tal que los meridianos y los paralelos se transforman en una red regular, rectangular y de forma que se conservan los ángulos originales (es una transformación conforme).

En la actualidad el sistema de posicionamiento más utilizado es el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), el cual permite estimar de forma precisa la posición, la velocidad y el tiempo del punto a medir. Está operativo desde 1995 y permite determinar por triangulación la latitud, longitud y altitud de todos los puntos de la superficie de la Tierra. Para ello, utiliza la siguiente arquitectura:

- *Segmento espacio:* formado por 24 satélites GPS con una órbita de 26560 Km. de radio y un periodo de 12 h.
- *Segmento control:* consta de 5 estaciones monitoras de mantenimiento, 3 antenas terrestres que informan a los satélites de las señales que deben transmitir y una estación de supervisión.

- *Segmento usuario:* formado por las antenas y los receptores pasivos que reciben las señales de los satélites y estiman la posición y el tiempo en un punto sobre la Tierra. Por tanto, la técnica más usual para localizar un punto en la superficie terrestre consiste en utilizar un receptor GPS (segmento usuario) para obtener señales unidireccionales provenientes de satélites GPS. Las señales se obtienen simultáneamente de varios satélites, para después correlarlas con una señal de réplica generada localmente y obtener el desfase respecto al reloj de la señal local [1]. Con al menos cuatro satélites y un sistema geográfico adecuado, se puede obtener la posición fácilmente. Esto se muestra en la Figura 1.

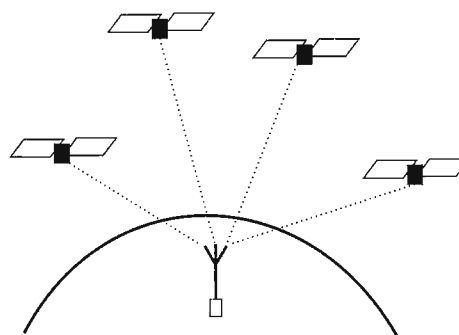


Figura 1.  
Principio de funcionamiento del sistema GPS.

El protocolo NMEA-0183 es un protocolo estándar basado en la interfaz RS232 e incorporado a la gran mayoría de los receptores GPS, los cuales envían de forma continua sentencias NMEA-0183. Esto permite transferir los datos recibidos por el receptor a un programa instalado en un ordenador.

En el mercado actual, es posible disponer de varios dispositivos receptores GPS. Atendiendo a sus prestaciones y a su coste, es relevante la gran difusión que han tenido en los últimos años los receptores GPS de bajo coste y bajas prestaciones [2, 3]. Uno de los principales fabricantes es Sirf [4], cuyos chipsets más destacados son Sirf-II y Sirf-III [11, 14].

En cuanto a la precisión del receptor GPS, hay que considerar que éste introduce ciertos errores de posicionamiento. Dependen de varios factores: perturbación ionosférica, fenómenos meteorológicos, imprecisión en los relojes, interferencias eléctricas, error multipath, topología receptor-satélites. Es por ello necesario analizar la precisión de diversos tipos de receptores GPS.

Por simplicidad, la mayoría de los fabricantes sólo indican la precisión de sus receptores a partir de mediciones obte-

nidas en condiciones estáticas [10-16], así como muchos estudios ya realizados [7]. En cambio, las aplicaciones de agricultura de precisión requieren condiciones dinámicas. Además, suelen ser aplicaciones de trazado paralelo (parallel-tracking) en las que las pasadas de la máquina son paralelas y separadas cierta distancia entre sí. Varios estudios que analizan este aspecto son [8]. Por esta razón se plantea analizar la precisión de diversos receptores GPS en condiciones estáticas y dinámicas.

## II. OBJETIVOS

El principal objetivo de este estudio es analizar la precisión de receptores GPS de bajo coste de diversos fabricantes en condiciones estáticas y dinámicas. Dado que aplicaciones en ámbitos tales como la agricultura de precisión requieren cometer el mínimo error posible al realizar trazados paralelos, será de especial relevancia analizar el error transversal respecto a la línea trazada (cross-track error).

Por otro lado, se relacionarán de forma cualitativa los resultados de las pruebas en condiciones estáticas y dinámicas, ya que la mayoría de fabricantes sólo informan de las prestaciones en condiciones estáticas.

## III. MATERIALES

Se han evaluado siete receptores GPS comerciales de bajo coste cuyas características principales se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Receptores utilizados en el estudio.

Fabricante	Modelo	Chipset receptor
Garmin	I6-A	Garmin-I6A
Garmin	18-5Hz	Garmin-18
Holux	GR-213	Sirf Star III
Fortuna	U2	Sirf II
Evermore	SA320	Evermore-SA320
Polstar	PGM-111	Sony Corp. CXD2951
Haicom	HI-204-III	Sirf Star III

Además se han desarrollado dos aplicaciones en lenguaje C++ y varias en MATLAB descritas a continuación en orden:

- *Aplicación 1.* A través de la interfaz RS-232, permite capturar las sentencias NMEA-0183 enviadas por varios receptores simultáneamente con la ayuda de los puertos COM asociados a cada uno de los receptores y almacenarlas en sendos ficheros de texto.

- *Aplicación 2.* A partir de los ficheros generados por la aplicación 1, extrae los datos deseados para cada parte de este estudio, los procesa (por ejemplo, realiza la conversión de coordenadas cartesianas al sistema UTM) y los almacena en ficheros de texto en forma de tablas. En concreto, es capaz de extraer toda la información contenida en sentencias de los tipos: GGA, GSA, GSV, RMC, VTG y GLL.

- *Aplicaciones 3.* A partir de los ficheros generados por la aplicación 2, calculan el valor medio, la desviación estándar y otros parámetros relacionados con el error cometido en la medida respecto al caso ideal, y muestra en gráficas los resultados con el fin de facilitar su análisis.

Para configurar los receptores se han utilizado las aplicaciones que proveen los fabricantes: *SirfDemo* y *Garmin Sensor Configuration Software*.

## IV. MÉTODOS

Para realizar las medidas, se ha elegido un lugar plano, con gran visibilidad del cielo y sin obstáculos en un radio de 2 Km. En concreto, un camino orientado de norte a sur con trazado recto de 539 metros cuyas coordenadas UTM se muestran en la Tabla 2, cercano a la localidad de Villanubla (Valladolid, Spain). En la Figura 2 se muestra la distribución de husos en la zona donde se ha realizado la medida.

Tabla 2. Coordenadas del lugar de medida.

	UTM_Northing (m)	UTM_Easting (m)	Huso	Zona
Origen	4613813.621101	289505.010983	29	T
Fin	4614324.408082	289676.967561	29	T

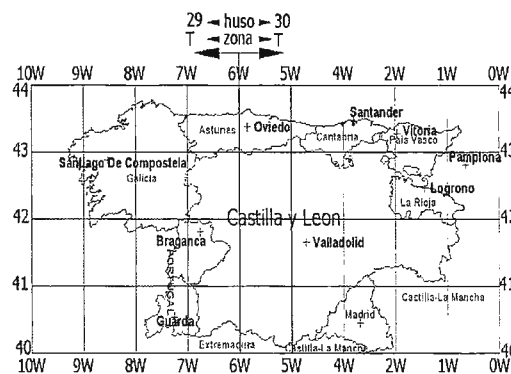


Figura 2. Distribución de husos en Castilla y León.

Los receptores GPS se han situado sobre un coche convencional separados entre sí dos metros. Para evitar que algunos de los receptores encontraran como obstáculo el propio coche, se han elevado de tal forma que todos los receptores vieran perfectamente el horizonte en todas las direcciones. La separación entre receptores se ha tenido en cuenta a la hora de programar las aplicaciones que procesan y extraen los datos deseados. Las medidas se realizaron el día 4 de julio de 2008 desde las 18:39:30.007 hora UTC. Se han realizado cinco mediciones tanto para condiciones dinámicas como para condiciones estáticas. Para éstas últimas, se han capturado sentencias NMEA durante 90 minutos en cada medición.

Para capturar las sentencias NMEA-0183 enviadas por cada receptor, se han conectado cada uno de ellos a un hub USB y éste a un ordenador portátil convencional, de forma que se ha asignado un puerto COM a cada receptor a través de la interfaz RS-232. Tras ello, se ha utilizado la aplicación 1. A partir de los ficheros generados, se han utilizado las aplicaciones 2 y 3 ya explicadas para extraer los datos deseados y mostrarlos en gráficas<sup>1</sup>.

Los parámetros de configuración establecidos comunes a todos los receptores y relevantes en este estudio se muestran en la Tabla 3. El resto de parámetros son los que vienen por defecto, pero desactivando las correcciones diferenciales.

<sup>1</sup> Aplicaciones explicadas en el apartado III.

### Definición de los errores considerados

En las mediciones en condiciones dinámicas, para cada posición medida  $P_i(e_i, n_i)$ , la distancia desde  $P_i$  hasta la posición ideal  $P_{i0}(e_{iT}, n_{iT})$  define un error en la medida. Este error se divide en dos componentes: la componente trasversal (cross-track error, XTE<sub>i</sub>), perpendicular a la di-

rección de la pasada y la componente longitudinal (track error, TE<sub>i</sub>) paralela a la dirección de la pasada.

**Tabla 3. Parámetros de configuración comunes a todos los receptores.**

Tasa de transferencia	1 Hz
Track Smoothing	OFF
Máscara DOP	Ninguna
Máscara de elevación	7.5 grados
Máscara de potencia	12 dBHz
Navegación estática	OFF
Modo DGPS	OFF
Earth Datum	WGS 84

Las trayectorias ideales del vehículo para la mayoría de aplicaciones en la agricultura, como plantar y segar, deben ser pasadas paralelas separadas por una distancia W entre sí. Por tanto, si la distancia entre pasadas no es W, habrá un solapamiento o separación respecto al caso ideal. Es por este motivo que la componente transversal (XTE<sub>i</sub>) es la más relevante. Para mejorar la calidad de las medidas, las pasadas se han realizado recorriendo la misma línea, en lugar de trazar líneas paralelas separadas entre sí una distancia W. En la Figura 3 se muestran los errores considerados.

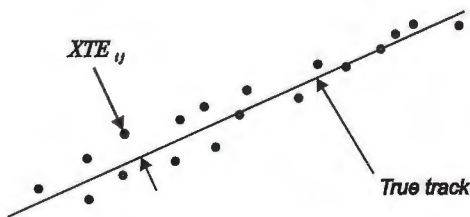


Figura 3. Definición del error XTE<sub>ij</sub> considerado.

La distancia desde el punto medido (x,y) hasta la recta ideal  $y = a \cdot x + b$  determina el error trasversal cometido:

$$XTE_{ij} = \frac{|ax - by|}{\sqrt{a^2 + 1}} \quad (1)$$

Para contabilizar el error cometido a lo largo de toda la línea trazada, se calcula el valor medio, el valor cuadrático medio y la desviación estándar del error transversal:

$$\overline{XTE}_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N XTE_{ij} \quad (2) \quad RMS_j = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (XTE_{ij})^2} \quad (3)$$

$$STD_j = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (XTE_{ij} - \overline{XTE}_j)^2} \quad (4)$$

En cuanto a las mediciones en condiciones estáticas, las ecuaciones utilizadas son análogas teniendo en cuenta que el error radial considerado ahora no es el XTE<sub>ij</sub>, sino la distancia di respecto al punto ideal. Esto se muestra en la

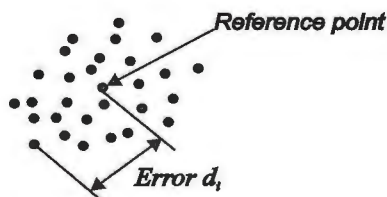


Figura 4. Error radial considerado.

## V. RESULTADOS

### Resultados en condiciones estáticas

Las posiciones medidas en condiciones estáticas durante 90 minutos con todos los receptores simultáneamente se muestran en la Figura 5.

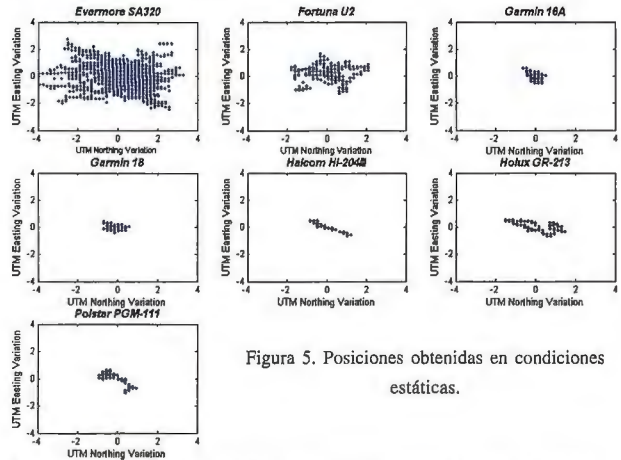


Figura 5. Posiciones obtenidas en condiciones estáticas.

Los errores obtenidos en las mediciones se muestran en la Figura 6.

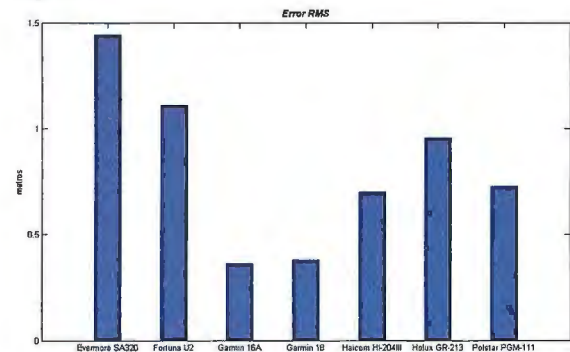


Figura 6. Error cuadrático medio y desviación estándar del error.

El valor medio de los parámetros PDOP, HDOP y VDOP de cada receptor se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4. Valores medios de los parámetros de precisión recibidos para cada receptor**

Receptor	PDOP	HDOP	VDOP
Evermore SA320	1.4628	0.8	1.2
Fortuna U2	1.9	0.8	1.6
Garmin 16A	1.4	0.7104	1.2
Garmin 18	1.4387	0.7419	1.204
Haicom HI204-III	1.7408	0.8803	1.5106
Holux GR-213	1.4613	0.8	1.2
Polstar PGM-111	1.6577	0.7118	1.4924

Definiendo una cuadrícula en el sistema de coordenadas UTM, es posible visualizar en tres dimensiones el número

de veces que la posición estimada ha estado dentro de cada cuadrado. Esto se muestra en la Figura 7.

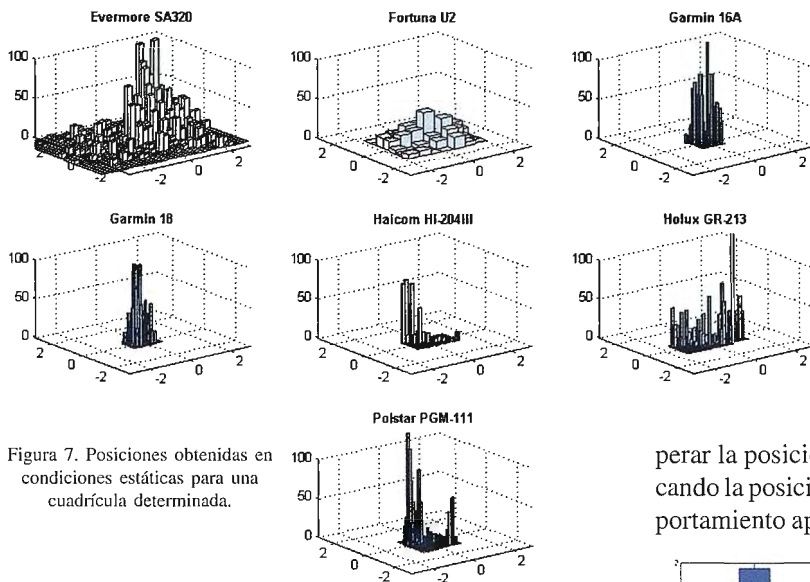


Figura 7. Posiciones obtenidas en condiciones estáticas para una cuadrícula determinada.

El porcentaje de tiempo en que el error se ha mantenido por debajo de cierto umbral aparece en la Figura 8.

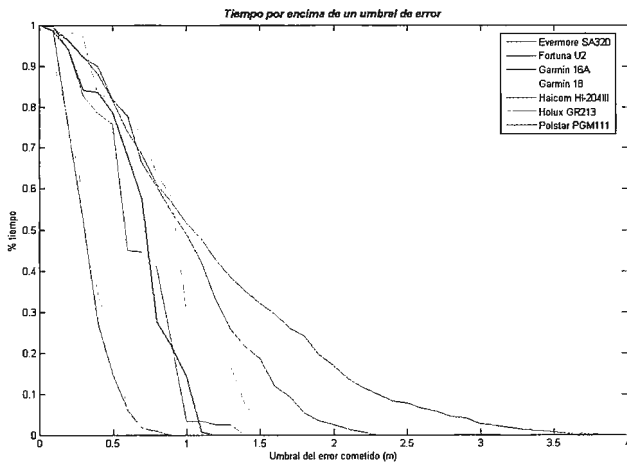


Figura 8. Porcentaje de tiempo en que cada receptor comete un error de posicionamiento por encima de un umbral.

### Resultados en condiciones dinámicas

Tras realizar las pruebas descritas en condiciones dinámicas, las posiciones obtenidas para una pasada con el mejor y el peor receptor simultáneamente se muestran en la Figura 9. Para ello se ha utilizado la aplicación MATLAB.

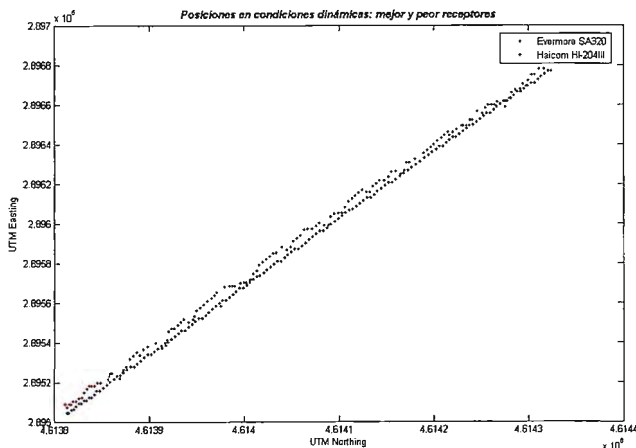


Figura 9. Posiciones obtenidas en condiciones dinámicas.

El error transversal normalizado que introduce cada receptor GPS en la estimación de la posición se muestra en la

Figura 10. Estos resultados permiten al lector tener una perspectiva cualitativa del comportamiento dinámico del conjunto de receptores analizado.

Es necesario tener en cuenta los parámetros de precisión PDOP, HDOP y VDOP recibidos en las sentencias GSA. Indican la precisión con la que se ha estimado la posición, que está muy relacionado con el error introducido en las medidas. En la Tabla 5 se muestra el valor medio de los citados parámetros recibidos.

Se muestra en un histograma qué porcentaje de tiempo el error se ha mantenido por debajo de cierto umbral. Esto indica si el receptor es capaz de recuperar la posición ideal o si por el contrario continúa indicando la posición errónea durante cierto tiempo. Este comportamiento aparece en la Figura 11.

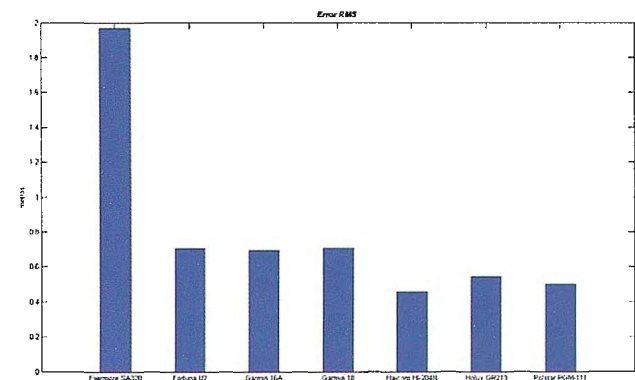


Figura 10. Error cuadrático medio y desviación estándar del error.

Tabla 5. Valores medios de los parámetros de precisión recibidos para cada receptor.

Receptor	PDOP	HDOP	VDOP
Evermore SA320	1.9	1	1.6
Fortuna U2	2.2	1.0082	1.8
Garmin 16A	1.4486	0.9082	1.1438
Garmin 18	1.5338	0.9301	1.2199
Haicom HI204-III	1.9	1	1.6
Holux GR-213	1.9	1	1.6
Polstar PGM-111	1.8	1	1.5

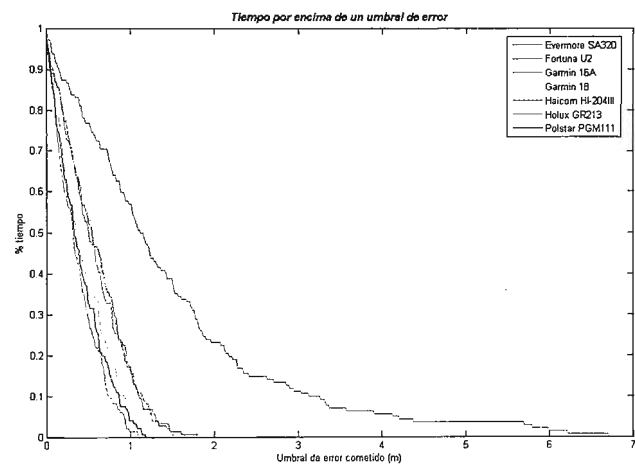


Figura 11. Porcentaje de tiempo en que cada receptor comete un error de posicionamiento por encima de un umbral.

## VI. CONCLUSIONES

Discusión sobre los resultados en condiciones estáticas

La Figura 5 con las posiciones obtenidas indica que el receptor Evermore SA320 presenta un error de precisión bastante mayor que el resto. Sin embargo, atendiendo al error cuadrático medio y a la desviación estándar, se observa que de media el error introducido no es mayor que el resto, pero presenta valores muy dispersos en torno a la posición ideal (alta desviación estándar). Esto es coherente con la Figura 8, en la que se observa cómo el error en las posiciones estimadas se mantiene mucho tiempo por debajo de un umbral de 0.5 metros, aunque también permanece más tiempo indicando una posición incorrecta que el resto de receptores. Es decir, tarda más en recuperarse de posiciones mal estimadas.

Por otro lado, el resto de receptores presentan unos resultados similares, como era de esperar según las hojas de especificaciones. Cabe destacar que el receptor Haicom HI-204III es el que presenta mejor comportamiento, ya que comete un error cuadrático medio similar al resto (0.9585), pero presenta menor dispersión (0.7848).

Otro aspecto relevante es la precisión indicada en las hojas de especificaciones de los fabricantes [10-16]. En ellas se indica el error cometido en el peor de los casos para unas condiciones estáticas de medida similares a las de este estudio. Los resultados obtenidos al comparar cualitativamente los receptores coinciden con los esperados al comparar dichas hojas de especificaciones, si bien en ellas se muestra el peor caso, mientras que en este estudio se han dispuesto unas condiciones favorables para realizar las medidas (buena visibilidad del cielo, receptores convenientemente situados, etc.).

Por último, según muestran la Figura 5 y la Figura 7, los receptores Garmin 16A y Garmin 18 presentan la menor variación de coordenadas UTM en torno al punto ideal (baja dispersión). No obstante, como permanecen mucho tiempo estimando una posición ligeramente incorrecta, su error cuadrático medio aumenta. Así pues estos aspectos se compensan, por lo que se comportan de forma similar al resto de receptores excepto el Evermore SA320.

### Discusión sobre los resultados en condiciones dinámicas

A simple vista en la Figura 9 se observa que el receptor Evermore SA320 traza una línea muy distinta a la recta ideal. Esto se refleja en la Figura 10, en la que el error cuadrático medio cometido es casi el triple que con los otros receptores.

En cuanto al tiempo que los receptores estiman una posición con un error menor a un umbral, la Figura 11 muestra que el receptor Evermore SA320 tarda mucho en recuperar la posición por debajo de un umbral, mientras que los Haicom HI-204III, Polstar PGM-111 y Holux GR-213 consiguen estimar la posición por debajo de un umbral de forma aceptable.

### Relación entre los resultados en condiciones estáticas y dinámicas

El receptor Haicom HI-204III presenta los mejores resultados tanto en condiciones dinámicas como estáticas, mientras que el receptor Evermore SA320 presenta el peor com-

portamiento e incluso, en condiciones dinámicas el error transversal cometido relativo aumenta significativamente respecto al resto de receptores (aumenta casi al triple).

En la mayoría de las hojas de especificaciones proporcionadas por los fabricantes sólo se informa de la precisión en condiciones estáticas para el peor caso en distintas condiciones de medida. Su comportamiento en condiciones dinámicas es similar, pero como se observa en la Figura 6 y la Figura 10, el receptor Evermore SA320 empeora como ya se ha dicho, mientras que el receptor Holux GR-213 con chipset Sirf Star III mejora ligeramente de forma relativa respecto al resto.

## VII. AGRADECIMIENTOS

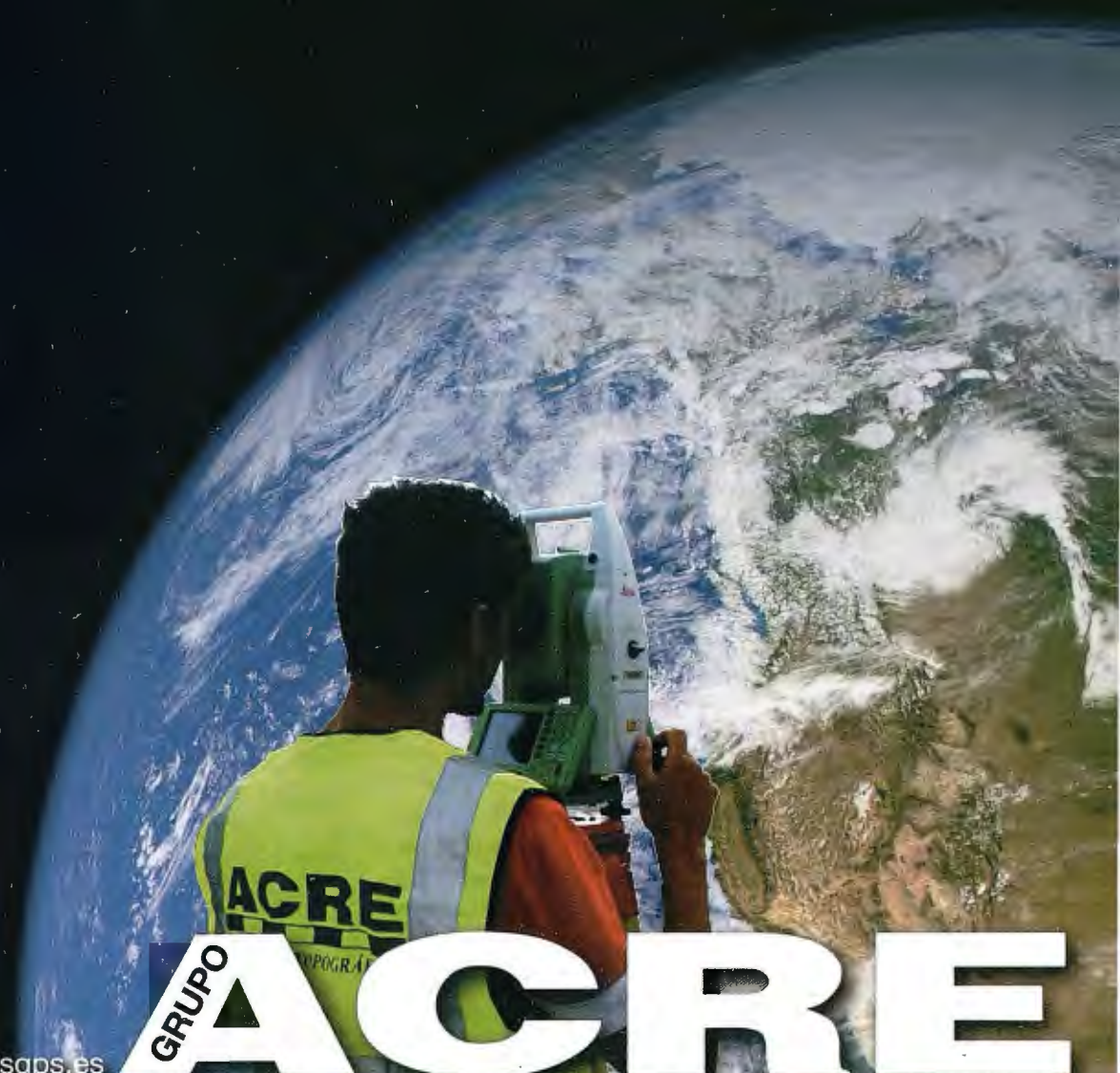
El autor quiere destacar la valiosa colaboración de Juan Antonio Elices Crespo y Félix Carretero Rivera, ambos compañeros del autor y estudiantes de Ingeniería de Telecomunicación en dicho centro. También, cabe agradecer a la Universidad de Valladolid la concesión de una beca para realizar este estudio.

## VIII. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- [1] Herring, The Global Positioning System, Scientific American, 1996.
- [2] Understanding GPS: Principles and Applications, Editor Elliot D. Kaplan, Artech House, 1996.
- [3] R. Ware, S. Businger, Global Positioning Finds Application in Geosciences Research, Universidad Navstar Consortium, Boulder, Universidad de Hawaii, Honolulu, 1995.
- [4] Sitio web de Sirf: <http://www.sirf.com> Última visita: 26 de julio de 2008.
- [5] C. Wu, P. D. Ayers, A. b: Andreson. Influence of Travel Direction on GPS Accuracy for Vehicle Tracking, Transactions of the ASABE, Vol 49(3):623-634. 2006.
- [6] M. Reza Ehsani, Evaluating the Dynamic Accuracy of Low-Cost GPS Receivers, ASAE Paper No. 031014. 2003.
- [7] R.K. Taylor, Dynamic Testing of GPS Receivers, Transactions of the ASAE, Vol. 47(4):1017-1025. 2004.
- [8] K. A. Al-Gaadi, Assembling a Real-Time DGPS-Testing and Investigating Factors that Affect its Accuracy, Applied Engineering in Agriculture, Vol. 14(6): 659-665, ASAE. 1998.
- [9] S. Han, A Dynamic Performance Evaluation Method for DGPS Receivers under Linear Parallel-Tracking Applications, Transactions of the ASAE, Vol. 47(1): 321-329. 2004.
- [10] Hojas de especificaciones del receptor Evermore SA-320.
- [11] Hojas de especificaciones del receptor Fortuna U2.
- [12] Hojas de especificaciones del receptor Garmin 16A.
- [13] Hojas de especificaciones del receptor Garmin 18.
- [14] Hojas de especificaciones del receptor Haicom HI-204III.
- [15] Hojas de especificaciones del receptor Holux GR-213.
- [16] Hojas de especificaciones del receptor Polstar PGM-111.
- [17] Ehsani, M. R., A Method of Evaluating Different Guidance Systems. ASAE Paper No. 02115. 2002.

# Venta y Alquiler de Instrumentos Topográficos

Servicio Técnico · HDS Laser Scan Levantamientos en 3D  
GRP System FX Medición y control de vías férreas · Servicios de Topografía



**GRUPO ACRE**

[grupoacre.com](http://grupoacre.com) [referenciasgps.es](http://referenciasgps.es)



02 490 839 · [grupoacre@grupoacre.com](mailto:grupoacre@grupoacre.com)  
Autovía A42 Salida 35 Pol. Ind. "Los Pradillos"

Survey To Our Planet

# SOBRE EL DEFINIR

## Recomendaciones para la redacción de definiciones

Vilches Blázquez, Luis Manuel <sup>1</sup>

Rodríguez Pascual, Antonio Federico <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Inteligencia Artificial. Facultad de Informática. Universidad Politécnica de Madrid.

<sup>2</sup> Instituto Geográfico Nacional

### RESUMEN

Existe una actividad clave para normalizar datos y servicios geográficos para que sean compatible entre sí y puedan interoperar, tal y como necesitan las IDE y como prescribe la Directiva INSPIRE, que consiste en redactar definiciones. Efectivamente, cuando se establece un Catálogo de Fenómenos, se elabora un Modelo Conceptual, se redactan unas Especificaciones de Productos de Datos, se construye una Ontología, se traduce una Norma Internacional, se define un Perfil de una norma existente, o, en general, se documenta un proyecto o un recurso, es necesario producir un conjunto de definiciones coherente y riguroso. Se trata de una actividad compleja, difícil y crítica, debido a un conjunto de razones y a la que en muchas ocasiones no se le presta la atención necesaria. En este artículo se hace una recopilación de las reglas y recomendaciones que incluyen las normas ISO aplicables, completadas con algunas ideas fruto de nuestra experiencia, para esbozar una suerte de metodología de redacción de definiciones.

**PALABRAS CLAVE:** Definición, norma, especificaciones, catálogo de fenómenos, terminología, vocabulario

### ABSTRACT

There is a key activity for geographic data and services standardization in order to make them compatible and interoperable, as required by SDI and INSPIRE prescribe: definitions writing. When a Feature Catalogue is established, a Conceptual Model is elaborated, a Data Product Specification is written, an Ontology is built, an International Standard is translated, a Profile is defined or, in general, a project or resource is documented, it is mandatory to produce a consistent and rigorous set of definitions. It is a complex, difficult and key activity due to several causes and many times we don't pay enough attention to it. In this article, we produce a synthesis of the rules and recommendations included in the applicable ISO standards and some ideas arising from our professional experience, in order to outline some kind of methodology for writing definitions.

**KEYWORDS:** Definition, standard, data product specification, feature catalogue, terminology, vocabulary

## 1. INTRODUCCIÓN

Existe una clara tendencia, basada en diferentes líneas de trabajo, dentro del campo de la Información Geográfica (IG) hacia la formalización y estandarización de datos, modelos y descripciones. Esta tendencia ha cobrado recientemente un auge considerable con la formación en los años 90, primero del CEN/TC 287 "Información Geográfica", y la aprobación de un conjunto de Normas Europeas para la IG, y más tarde del ISO/TC 211 "Información Geográfica/Geomática" y la consiguiente aparición de la familia de normas ISO 19100.

Por otro lado, el advenimiento de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), fuertemente impulsadas en Euro-

pa por la Directiva INSPIRE (Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2007), como sistemas radicalmente distribuidos y descentralizados, ha planteado la necesidad de armonizar y estandarizar datos y modelos para que los distintos recursos de una IDE puedan interoperar de manera eficiente y real.

Pues bien, entre las tareas de estandarización, hay una especialmente compleja, que resulta crítica y a la que no siempre se le presta la debida atención: la tarea de redactar definiciones.

Cuando se establece un Catálogo de Fenómenos, se elabora un Modelo Conceptual, se redactan unas Especificaciones de Productos de Datos, se construye una Ontología, se traduce una Norma Internacional, se define un Perfil de una norma existente, o, en general, se documenta un proyecto o un recurso, es necesario producir un conjunto de definiciones coherente y riguroso.

A primera vista, puede parecer que se trata de una tarea netamente subjetiva, que depende completamente del talento individual de quien las escribe, que debe confiar en su habilidad lingüística y no tiene reglas ni métodos en los que apoyarse. Pero no es así, existen reglas, métodos generales y criterios que son aplicables y muy útiles a la hora de seleccionar qué términos se deben definir, cómo deben ser las definiciones y qué condiciones debe cumplir el resultado final para ser aceptable y correcto. Se puede hablar del arte de definir, pero no se debe confiar todo a la habilidad personal del artista y a su criterio subjetivo.

En este artículo vamos a tratar de sintetizar las principales reglas y criterios a aplicar para producir un buen conjunto de definiciones, sólido y coherente, en la forma de un conjunto de recomendaciones extraídas de las normas aplicables, que se listan al final del texto, y de nuestra experiencia profesional. El objetivo principal de este artículo es aportar una recopilación de criterios y recomendaciones que puedan servir de ayuda y orientación para redactar conjuntos de definiciones de calidad, que resulten claros y clarificadores, útiles, precisos, coherentes y sólidos.

## 2. TEORÍA DE LA DEFINICIÓN

Al abordar la tarea de producir definiciones, nos adentramos en un universo complejo, difícil dónde los haya, intrínsecamente problemático y, porqué no, un tanto confuso. El Diccionario de la Real Academia Española<sup>1</sup> define el concepto definir como:

*"fijar con claridad, exactitud y precisión la significación de una palabra o la naturaleza de una persona o cosa".*



Las dificultades se deben, entre otros motivos, a lo paradójico y ambicioso de la tarea de definir un término. Se trata de describir con precisión y exactitud algo tan borroso, subjetivo, variable e interpretable como un significado, utilizando un instrumento de enorme potencia, pero igualmente impreciso, flexible y subjetivo como es el lenguaje natural, lleno de matices y resonancias. Alcanzar el nítido puerto de la objetividad desde el azaroso mar de la subjetividad.

Otra complicación nada desdeñable estriba en el hecho de que las palabras adquieren su significado real en un contexto determinado, si pensamos en el lenguaje escrito o en el lenguaje hablado, en una situación de comunicación real, pronto se evidencia que la situación y las circunstancias juegan un papel capital, consecuencia de que el contexto lo es todo. Aislar las palabras de toda referencia contextual para definir su significado, necesariamente múltiple y variable, constituye una labor extraordinariamente ardua y a veces engañosa. Capturar un término vivo, animal salvaje en continuo movimiento, reducirlo, proceder a su disección y describir el resultado, suele tener como consecuencia la muerte de la palabra, y el resultado parece muchas veces algo mucho más romo, limitado y pobre que el palpante original en acción.

Por todo ello, en el momento de adentrarse en ese mundo es ineludible consultar la Teoría de la Definición de María Moliner (Moliner, 2000). Éste es el intento más serio que conocemos en nuestro idioma, de sistematizar una metodología de construcción de un conjunto de definiciones, basada en la doctrina clásica aristotélica y que puede resumirse en los siguientes puntos:

Los cuatro conceptos "sustancia, acción-fenómeno, modo y relación" agotan el mundo pensable y expresable (si expresable por ser pensable o a la inversa, es cuestión para los filósofos); a esos cuatro conceptos corresponden en el plano verbal estas clases de palabras: nombre, verbo adjetivo-adverbio y preposición-conjunción. Pues bien: la definición lógica es aplicable con carácter universal solamente al nombre; el cual representa sustancias, las cuales, tanto si son reales como si son mentales, tanto si son temporales como si son espaciales, tienen extensión y comprensión, lo cual quiere decir que cada una está comprendida en un género más amplio y se distingue de las otras del mismo género por ciertas diferencias. Los verbos son también definibles en la mayoría de los casos de una manera semejante, o sea por otro verbo de más amplio significado (salir = ir fuera). En algunos casos, pocos, lo son los adjetivos y adverbios (visible = susceptible de ser visto; estupendamente = muy bien). Pero las relaciones expresadas por las preposiciones y conjunciones, que no estriban en un solo concepto, sino que son el puente entre dos, no admiten en ningún caso tal medio de explicación. Ahora bien, en los casos en que no es posible la definición lógica cabe recurrir a dos procedimientos para aclarar el significado de una palabra:

1º A una perífrasis equivalente: "Polícromo = de varios colores. Espontáneamente = de manera espontánea. Fácilmente = con facilidad. Deprisa = con rapidez".

2º A una explicación: "Fácil = adjetivo aplicable a las cosas que no requieren para ser hechas esfuerzo mental o habilidad. Ayer = adverbio con que se designa el día

que ha precedido inmediatamente a aquél en que se está cuando se habla. De = preposición que expresa procedencia. Porque = conjunción que expresa causa".

Pero si se observan estos procedimientos se ve que ambos vierten el contenido ideológico de la palabra explicada a las series nominal o verbal (color, facilidad, rapidez...), lo cual quiere decir que ese contenido se ha incorporado a la marcha de esas series y no desvirtúa la estructura total ascendente.

Una definición es una relación establecida entre tres términos: término definido (T), término genérico (G), que es el concepto de contenido más amplio en que aquél está comprendido, y término diferenciador (D), que limita la extensión del término genérico (G) para que convenga exactamente al término definido (T). Estos tres términos constituyen los vértices de un triángulo al que llamaremos "triángulo definitorio". Las relaciones entre ellos, en cuanto a su extensión, son como sigue:  $G > T$ ;  $G > D$ ;  $D = T$ . La mayor extensión de G con respecto a T significa que todos los individuos abarcados por el concepto T están incluidos en el concepto G y éste comprende además otros; la mayor extensión de G con respecto a D significa que D es aplicable como predicado solamente a una parte de los individuos comprendidos en G; del mismo modo, la igualdad de extensión entre T y D significa que D es aplicable como predicado a todos los individuos abarcados por el concepto T y, dentro del género G, solamente a ellos. Así, en la definición "planta compuesta es la planta que tiene flores en cabezuela", el término T, planta compuesta, está comprendido en el término G, planta, y el término D, flores en cabezuela, es predicable solamente de una parte del género planta, mientras que es aplicable dentro de él a todas la plantas compuestas (término T) y sólo a ellas.

Por lo tanto, para la redacción de definiciones técnicas, creemos que este tipo de definición, que se denomina definición por género y diferencia, resulta la más adecuada porque cumple todas las características del lenguaje técnico: precisión, sencillez y claridad. Asimismo, esta definición se inscribe dentro de las llamadas definiciones de tipo intencional, que proporcionan únicamente el conjunto de propiedades mínimas que debe tener un objeto o caso para caer dentro del campo semántico del término.

### **3. RECOMENDACIONES PARA LA PRODUCCIÓN DE DEFINICIONES**

#### **3.1 SELECCIÓN DE TÉRMINOS**

En principio, se han de definir todos los términos que es necesario definir para que todo el contenido, significado, matices e implicaciones de un texto de contenido técnico sea inteligible en toda su amplitud y profundidad, siempre que cumplan las siguientes condiciones:

- 1) No ser una marca comercial, nombre propio o nombre registrado de un proyecto.
- 2) No ser un término coloquial, informal o irónico.
- 3) El significado del término debe ser diferente al recogido en los diccionarios generales de uso común.
- 4) El término debe tener una única acepción en el contexto técnico en el que se utiliza.

- 5) No ser un término autoexplicativo, inteligible por sí mismo.
- 6) Ser necesario para la correcta comprensión del texto técnico.

### 3.2. PRINCIPIOS BÁSICOS

Para el propósito de creación de terminología normalizada, ya sea en un vocabulario o en un sistema de conceptos, se recomienda aplicar los siguientes principios fundamentales basados en ISO 10241 (International Organization for Standardization, 1992):

- 1) Las definiciones normalizadas, incluidas en normas o vocabularios normalizados y públicos, deben ser usadas siempre que sea posible, citando la fuente.
- 2) Si el término o expresión a definir se emplea con el mismo sentido que tiene en el lenguaje natural, se debe adoptar la definición que figura en el Diccionario de la Real Academia Española (DRAE) y citar la fuente.
- 3) Las referencias a otras entradas en el vocabulario deben ser indicadas para usar siempre un término preferido definido en otro lugar en el vocabulario, con objeto de controlar la sinonimia de vocablos.
- 4) Las referencias a definiciones normalizadas deben ser presentadas entre paréntesis o corchetes después de la definición.
- 5) Cuando se adopta una definición estandarizada perteneciente a otro campo, debe darse una explicación en una nota.
- 6) Las definiciones deben formar, junto con el verbo elíptico "es" y el término definido, una única oración (Sujeto y Predicado). Las definiciones formadas por varias frases independientes deben sintetizarse.
- 7) Siempre que sea posible debe seguirse las directrices presentes en la Teoría de la Definición (Moliner, 2000), y producir definiciones basadas en un término genérico y un término diferenciador.
- 8) Las definiciones deben ser claras y fácilmente inteligibles.
- 9) Las definiciones deben apuntar directamente a la esencia más profunda del concepto definido, sin detenerse en aspectos superficiales, ni basarse en una enumeración exhaustiva de sus características.
- 10) Las definiciones deben tener la misma forma gramatical que los términos a definir; para definir un verbo, se usará una frase verbal; para definir un nombre singular, se usará el singular;...
- 11) Las definiciones no deben comenzar con expresiones como "término usado para describir..." o "término indicado...", ninguna debe contener la expresión "término que significa..." o "término que es...".
- 12) No deben utilizarse ni el término o expresión a definir, ni sus derivados, ni palabras de la misma familia en el contenido de la definición.
- 13) Las definiciones deben ser escritas en minúscula, inclusive la primera letra, excepto las letras mayúsculas requeridas por la ortografía de una palabra dentro del texto.

- 14) Las definiciones no deben comenzar con un artículo.
- 15) Siempre que sea posible, se recomienda ilustrar las definiciones mediante ejemplos, incluidos en notas aclaratorias de la definición.
- 16) Siempre que sea necesario u oportuno, se recomienda el uso de notas aclaratorias o complementarias.
- 17) Se recomienda tener especial cuidado en la corrección del lenguaje utilizado y, en particular, dedicar especial atención para evitar barbarismos y neologismos innecesarios.
- 18) Si existe un término y una definición ya adoptados en otro idioma en un documento equivalente, se deben traducir al español tanto el término como la definición, adaptándolos adecuadamente al español.

### 3.3. DESARROLLO DE DEFINICIONES

Para el desarrollo del contenido de las definiciones, ya sea en un vocabulario o en un sistema de conceptos, se recomienda seguir los siguientes principios, tomados de ISO 704 (International Organization for Standardization, 2000):

- 19) La definición describirá un concepto, no las palabras que componen un nombre compuesto.
- 20) Antes de diseñar una definición para un concepto, es necesario determinar las relaciones entre el concepto en cuestión y los conceptos relacionados. De esta manera se podrá modelar un sistema de conceptos dentro del cual el concepto esté situado.
- 21) Cuando se modela el sistema de conceptos y se formula el correspondiente sistema de definiciones, es esencial determinar qué conceptos son tan básicos y conocidos que no necesitan ser definidos. Generalmente se comienza por definir conceptos superiores. Cuando se crea una nueva definición, será creada a partir de conceptos básicos o de conceptos definidos en otro lugar en el documento.
- 22) La definición reflejará el sistema de conceptos describiendo el concepto definido y sus relaciones con otros sistemas de conceptos. Las definiciones estarán coordinadas para que sea posible reconstruir el sistema completo de conceptos. Las características usadas en cada definición estarán, por tanto, seleccionadas para indicar las conexiones entre conceptos o las diferencias que distinguen un concepto de otro.
- 23) Las definiciones serán tan breves como sea posible y tan complejas como sea necesario. Las explicaciones complejas pueden contener varias cláusulas dependientes, pero el texto de las definiciones debe contener sólo la información que hace al concepto único.
- 24) Cada definición describirá sólo un concepto. No incluirá definiciones implícitas u ocultas, usadas para identificar características propias del concepto. Si alguna de esas características requiere una explicación adicional, deberá darse como una definición adicional o en una nota.
- 25) Las definiciones no contendrán características que pertenezcan, de manera lógica, a conceptos superiores o subordinados.
- 26) La extensión y las características reflejadas en una definición serán las apropiadas para el sistema de conceptos en un área temática determinada.
- 27) Si el campo específico de aplicación del concepto no está identificado claramente en la designación o no es, en

general, fácilmente comprensible, será añadido al comienzo de la definición.

28) El principio de sustitución será usado para probar la validez de una definición. Una definición es válida si puede reemplazar al término definido en el texto, o en otra definición, sin pérdidas o cambios de significado.

29) Si un concepto es definido usando un segundo concepto, y ese segundo concepto es definido usando el término o los elementos del término designado en el primer concepto, las definiciones resultantes son circulares. Las definiciones circulares, también llamadas tautológicas, no añaden entendimiento al concepto y serán evitadas tanto como sea posible.

30) Existen definiciones circulares dentro de un sistema de definiciones cuando dos o más conceptos son definidos recíprocamente cada uno por el significado de otro. El principio de sustitución sirve para identificar claramente repeticiones y circularidad.

31) La definición describirá el contenido del concepto con precisión. Ninguna será demasiado limitada ni demasiado extensa. De lo contrario, la definición es considerada incompleta. Una definición describirá, aunque pueda parecer obvio, únicamente lo que un concepto es, no lo que no es.

32) El texto de la definición no debe contener contradicciones lógicas en su contenido, ni contradecir el contenido del resto de definiciones producidas.

33) Las definiciones no deben contener ambigüedades, imprecisiones, dobles sentidos, usos metafóricos, tropos, ni ningún aspecto que induzca al equívoco o al malentendido.

34) En el mundo multilingüe y globalizado en el que vivimos, siempre es posible y previsible que se traduzcan las definiciones a otros idiomas, por lo que se ha de evitar el uso de frases hechas y expresiones idiomáticas particulares de difícil transposición a otras lenguas.

#### 4. CONCLUSIONES

La intrínsecamente difícil tarea de producir definiciones de calidad aparece, cada vez con mayor frecuencia, como una de las labores críticas en la definición de proyectos relacionados con IG. Más aún, dada la manifiesta necesidad de normalizar y documentar datos, servicios, modelos y procedimientos.

Una dificultad no desdeñable es que, con frecuencia, estos trabajos tienen que ser abordados no por filólogos o personas con una amplia formación lingüística, sino por técnicos cuya especialidad cae más bien del lado de la cartografía, la informática y disciplinas relacionadas, por ser quienes conocen en detalle la materia a tratar. A pesar de esto, no estaría de más en algunas ocasiones contar con la colaboración de filólogos o lingüistas para el proceso de revisión de este tipo de trabajos.

En ocasiones, el marco legal tan necesario y esencial para armonizar e impulsar proyectos de IG, y muy especialmente las IDE, incluye disposiciones legales con definiciones y términos acuñados por legisladores y políticos que, na-

turalmente, no es posible que dominen totalmente el lenguaje técnico implicado, lo que crea no pocas complicaciones prácticas.

Por añadidura, el carácter de punto de encuentro de diversos campos de conocimiento, como las Tecnologías de la Información, la Cartografía, la Documentación y Biblioteconomía, la Geografía y otras muchas, hace que confluyan y entren en contacto en un mismo proyecto disciplinas muy diversas, cada una con su terminología bien consolidada y divergente, lo que crea problemas que a veces parecen irresolubles.

Vemos pues, sin haber realizado un análisis exhaustivo, que existen múltiples causas y circunstancias que hacen especialmente ardua y compleja la labor de producir definiciones rigurosas y coherentes en el campo de la información geoespacial.

Para terminar, puede ser conveniente recordar dos puntos que creemos importante tener en cuenta a la hora de redactar definiciones. Primero, se trata de un trabajo que no puede, y no debe realizarse con una prisa excesiva. Hay tareas y cometidos que conllevan cierto proceso de maduración, éste es uno de ellos, y tratar de violentar el ritmo de la dinámica mental que permite producir buenas definiciones no conduce más que a imprecisiones, errores e inconsistencias de difícil solución posterior. Por último, se trata de una labor que no debe realizarse en solitario. Es bueno que haya un editor único responsable de dar forma y pulir los textos finales de las definiciones, pero debe tener la oportunidad de discutir y debatir las dificultades con varias personas y contar con las revisiones y comentarios de un buen grupo de colegas.

Esperamos que estas notas sirvan, aunque modestamente, de ayuda a quienes se ven en la tesitura de encarar esta tarea y no encuentran los apoyos necesarios para completarla con suficientes garantías de éxito.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

- International Organization for Standardization (2000) ISO 704:2000 «Terminology work - Principles and methods»

- International Organization for Standardization (1992) ISO 10241:1992 «International terminology standards»

- International Organization for Standardization (2008) ISO TS 19104:2008 «Geographic Information - Terminology»

- Moliner, M. (2000) «Diccionario de uso del español». Madrid, Editorial Gredos.

- Casares, J. (2001) «Diccionario ideológico de la lengua española: desde la idea a la palabra; desde la palabra a la idea». Barcelona, Editorial Gustavo Gili.

- Real Academia Española (2001) «Diccionario de la Lengua Española», Edición 22, Madrid, Espasa-Calpe.

- Rodríguez, F. y Lillo, A. (1997) «Nuevo diccionario de anglicismos». Madrid, Editorial Gredos.

- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea (2007) Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de marzo de 2007, por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE).

# LOS MODELOS DIGITALES DEL TERRENO, LA INFORMACIÓN EXTRAÍDA Y ACUMULADA, UNA ALTERNATIVA DE ORIENTACIÓN GEOLÓGICA.

Idelfonso Reinaldo Díaz Barrios (1). Fabiola Bueno Sánchez (2)

(1) Empresa GEOCUBA I. Ciudad de la Habana

(2) Fundación Antonio Núñez Jiménez La Naturaleza y el Hombre-UCI

XII Convención y Expo. Internacional

## Resumen

El país posee en los momentos actuales una parte de la información geo-espacial en formato digital. Esto contribuye al ahorro de recursos destinados a cualquier investigación en el campo de las Geociencia y el medioambiente. Si se dedica una parte del tiempo a buscar este tipo de información y a pasar a este formato otras que aun no lo están, el nivel de la información con que un equipo de investigadores se puede enfrentar a una tarea en un área de trabajo puede elevarse en más de 10 veces. Este trabajo pretende demostrar a partir de varios ejemplos como se logró aumentar la calidad informativa de los investigadores de un proyecto y el resultado aumentó cuantitativamente y cualitativamente en su vínculo con cinco comunidades pesqueras de Cuba.

## Introducción:

La utilización de todas las variantes posibles de obtención de información geológica se convirtió en Cuba en la década de los 90 en una necesidad que afortunadamente pudo ser resuelta gracias al paralelo desarrollo e introducción de las nuevas tecnologías. Fueron varias las instituciones que comenzaron a "vivir" de sus archivos digitales o analógicos. La información geológica comenzó esta etapa prácticamente en cero de digitalización. Los intentos de unificar fuerzas resultaron imposibles, pese a realizarse algunos intentos que ahorrarían al país cuantiosas sumas. Algunas instituciones tomaron el camino correcto de la digitalización y no perdieron el tiempo, cuando los trabajos de campo eran incosteables, otros aun no han trabajado esa información e inclusive dejaron perder importantes documentos.

Este trabajo resalta algunas de las posibilidades que ofrece un manejo adecuado de la información de archivo al inicio de una investigación aun en una forma parcial.

## Desarrollo:

Se solicitó la participación de un geólogo en un proyecto destinado al desarrollo de comunidades pesqueras de Cuba el cual desarrollaría La Fundación Antonio Núñez Jiménez de la Naturaleza y el Hombre. Se tomaron cinco comunidades a las que sería necesario visitar para intercambiar con sus pobladores acerca de las condiciones ambientales de su entorno y las posibilidades de conjunto, de identificar los principales problemas ambientales y sus posibles soluciones, principalmente con recursos locales e iniciativas económicas sustentables. Era necesario preparar al equipo de trabajo con información actualizada y argumentos sólidos sobre una panorámica geoambiental de varios territorios distantes entre si, con condiciones diferentes en cuanto a su geomorfología, geología e inclu-

sive características de sus habitantes, entre otros aspectos desfavorables, todo debía prepararse en poco tiempo. Para esto disponíamos de escasa bibliografía, de los modelos Digitales del Terreno a escala 1: 100 000, mapas geológicos digitales de esos territorios a la misma escala y algunos textos de descripción de las formaciones geológicas, no existía información detallada por lo que fue necesario procesar toda la información posible y elaborar notas informativas claras que ilustraran las condiciones físico-geológicas del territorio para dar una **panorámica de relación** con otras especialidades que intervendrían en el proyecto.

Se trabajaron por su orden las siguientes comunidades Ver fig. No 1 Esquema de Macrolocalización. (Boca de Jaruco, Puerto Manatí, Punta Alegre, Isabela de Sagua y Boca de Galafre)

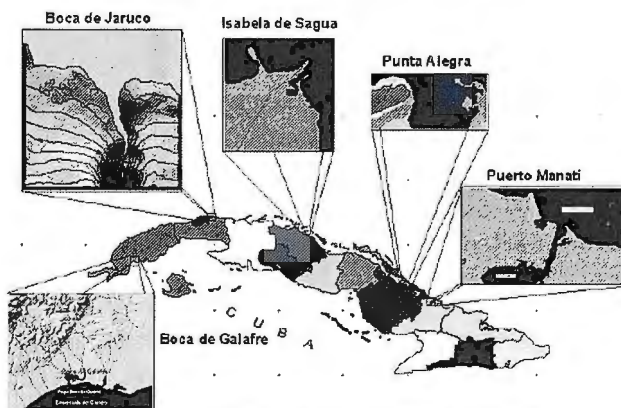


Fig. No 1 mapa de macrolocalización de las comunidades pesqueras

## Procedimiento de trabajo:

Ubicación y extracción de las coordenadas de los lugares y el perímetro del área que daríamos a conocer, con ellas podríamos cortar los polígonos de cada uno de los modelos y los mapas digitales así como estableceríamos los límites de las búsquedas y la digitalización de mapas e información complementaria.

**Procesamiento de la información.** Los modelos Digitales dieron la posibilidad de elaborar un grupo de mapas temáticos que aclararon la situación geomorfológica de los territorios, contribuyeron a poder exponer la ubicación geográfica con mayor claridad como se muestra en la Fig. No 1 ayudados de los mapas planimétricos de escalas grades de las localidades urbanas, los mapas de la Red de Drenaje Superficial Natural (ver Fig. No 2) los que dieron una referencia de las características de las cuencas hidrográficas y

subcuencas de cada territorio y con ello una contribución a entender el sentido del termino **área de influencia** para los focos contaminantes o potenciales focos, elemento con el cual se trabajó con mucha frecuencia, dado que una de las problemáticas más comunes encontradas fue la contaminación de las fuentes de agua tanto superficial como subterráneas.



Fig No 2 Red de drenaje superficial natural



Fig. No 3 Pozos de extracción en Boca de Jaruco

Los modelos Digitales del terrenos ayudaron a explicar los problemas de degradación de los suelos a través de los mapas de pendientes y su vinculación con las temáticas abordadas por los especialistas en biodiversidad, se logró una vinculación entre el relieve y la vegetación los cuales los pobladores entendieron fácilmente a través de los ejemplos ilustrados por imágenes de pendientes, las figuras en 3D y las fotografías tomadas directamente en cada una de las localidades.

Dado que las localidades de estudio presentan áreas de rocas carbonatadas en su predominio, existen en ellas un desarrollo del carso, fundamentalmente vertical el cual fue fácil de identificar mediante procedimiento simple desarrollado para estas condiciones por (Díaz, I. y Vega. M 2004). Los mapas geológicos fueron cortados por las coordenadas que tuvieran coincidencia con los Modelos Digitales de Elevación, se realizaron los análisis de los aspectos geomorfológicos con los de las características de las rocas y se le encontró una explicación para la existencia de cada accidente destacado del relieve y que fuera identificable por la población, así como para los accidentes costeros y la formación de los sectores de playas. Constituyó interés para los pobladores las explicaciones sobre las características del manto freático su vinculación con la

cuña de agua salada y otros aspectos relacionados entre los recursos pesqueros, los depósitos de sedimentos en los estuarios y su composición mineralógica acorde a las rocas de las formaciones que las aportan.

La vulnerabilidad a inundaciones y penetraciones tuvo su debate partiendo de los análisis de confluencia de la red de drenaje superficial, la acumulación en determinadas áreas próximas a las costas y la importancia del intercambio con las aguas saladas en la formación del manglar como ecosistema altamente sensible e importante en algunos tipos de cultivos acuáticos de carácter económico. Aspecto este importante para la cooperativa pesquera de Puerto Manatí, la cual tiene grandes áreas de cultivo en la Bahía del mismo nombre.

Las explicaciones dadas a la escasez de agua potable tanto de vía superficial como subterránea, fueron complemento a la labor persuasiva que llevan acabo las autoridades de los territorios con relación al ahorro del líquido, incrementado por la intensa sequía que se produjo en todo el territorio nacional y en particular en el norte oriental. Los datos de niveles de las aguas suministrados a partir de niveles históricos de datos de archivos, sirvieron para hacer comprender la imposibilidad de apertura de pozos artesanales de poca profundidad y menos cercano a las costas.



Fig.No 14 Mapa geológico de tierra



Fig. No 15 Geología marina

### Esbozo de las estructuras geológicas y los cambios en las condiciones económicas de la comunidad pesquera de Boca de Jaruco

Los estudios realizados en los últimos 25 años han confirmado las potencialidades petroleras del yacimiento Boca de Jaruco no solo como importante suministro de crudo pesado de inestimable valor económico, sino como pro-

ductor de gas natural el cual se procesa en el mismo territorio para convertirse en energía eléctrica. No es menos cierto que el desarrollo de la producción pesquera a disminuido por diferentes razones dentro de las que se abordaron están, la reducción de los sectores de pesca y el daño a estos, además del notable deterioro de los medios y las artes de pesca, también se planteó el éxodo y desvinculación de las familias de los pescadores a sectores económicamente más rentables como es la perforación y extracción de petróleo.

Mediante el mapa Planimétrico actualizado a escala 1: 2000 se logró ubicar cada uno de los pozos productores su influencia sobre el medio y mediante entrevistas a personalidades y directivos de la empresa extractiva, pudimos saber y a la vez transmitirlo a los pobladores, cuales eran las medidas mitigadoras obligadas a tomar en cada uno de los casos por razones del proceso investigativo, productivo o por accidentes.

### **Procesamiento de la información no digital:**

El análisis más notorio de la información no digital la tuvimos con los datos encontrados en diferentes fuentes de las cuales se extrajo importantes elementos geólogo-geomorfológico de Boca de Galafre, las cuales fueron escaneadas vectorizadas en algunos de los casos e integrada todas a un informe que presentó una panorámica bastante general de la geología del lugar incluyendo la parte marítima un ejemplo les puede ver en la Fig. No 4

### **Conclusiones:**

1. Los Modelos Digitales del Terreno constituyen una moderna y fiel fuente de obtener información geológico-geomorfológica de territorios no estudiados.
2. La información acumulada en los archivos nacionales y particulares, constituyen al procesarla una fuente de conocimiento para ser utilizada en nuevos proyectos.
3. La información científica combinada con elementos de la realidad cotidiana conocida y presentada de forma sencilla, puede constituir fuente y vía para acceder al conocimiento y lograr la concientización de comunidades de limitado acceso al saber intelectual.
4. Las comunidades estudiadas hoy presentan una panorámica más clara de su situación geólogo-geomorfológica ambiental y continúan con sus propios recursos trabajado por un perfeccionamiento a través de vías alternativas y sustentables.

### **Bibliografía:**

- Astrain P.J (1991) Investigación Ingeniero-geológica Regional Básica (inédito)
- Contribución geológica a la provincia de Pinar del Río I.G.P. A.C.C.I 1982
- Contribución a la geología de las provincias de La Habana y Ciudad de La Habana I.G.P Editorial Científico Técnica 1985.
- Diccionario geográfico de Cuba. Comisión nacional de nombres geográficos Oficina nacional de hidrografía y geodesia.2000.
- Estudios sobre geología de Cuba IGP 1997
- Entrevista a Francisco Riera, historiador de Boca de Jaruco, María del Carmen Montesino e Heana Morejón Montavo Empresa de Perforación y Extracción de Petróleo de Occidente Jesús Suárez Gayol. Delegado del Poder Popular en la Comunidad, director de la Cooperativa pesquera, personalidades y pueblos de Boca de Jaruco
- Hoja 1:100 000 e informe del mapa geológico hoja San Juan y Martínez Pinar del Río. I.G.P. 2002
- Léxico estratigráfico del mapa geológico de Cuba1: 250 000. I.G.P. 1995
- Mapa geológico de Pinar del Río 1: 100 000
- Mapa geológico de 1:100 000 de Habana-Matanzas 2002.
- Mapa geomorfológico escala 1:250 000 ACC y ACURSS 1980
- Nomenclador de nombres geográficos normalizados de Cuba. Comisión nacional de nombres geográficos Oficina nacional de hidrografía y geodesia.2000.Trabajo premiado en el Forum municipal de Ciencia y Técnica por estudiante de la escuela primaria de la Localidad

# Noticias

## **ABSIS HACE POSIBLE LA CONSULTA WEB DE CASI 16.000 EXPEDIENTES URBANÍSTICOS DE CATALUÑA.**

La consultora proporciona su amplio conocimiento en información territorial a la Generalitat de Catalunya.

El Departamento de Política Territorial y Obras Públicas de la Generalitat de Cataluña (DPTOP) ha confiado en ABSIS para mejorar el acceso a la información sobre el planeamiento urbanístico por parte del ciudadano.

La consultora en TIC, especializada en la Administración Pública y con un amplio conocimiento en la gestión de información territorial, ha asumido este reto en colaboración con la empresa tecnológica OpenTrends.

El proceso de cambio de acceso a la información se inició a principios del 2007 con la adjudicación de la creación del Registro de planeamiento urbanístico de Cataluña (RPUC), el portal que, integrado dentro de la Web del DPTOP, permite, desde julio del mismo año, la consulta de la documentación vigente sobre el planeamiento urbanístico de Cataluña: únicamente seleccionando el nombre del municipio, el ciudadano tiene a su alcance todos los expedientes relacionados.

La puesta en marcha de esta herramienta ha supuesto una gran mejora, ya que con anterioridad únicamente era posible consultar este tipo de información acudiendo personalmente a las delegaciones territoriales de Urbanismo.

El éxito del RPUC, que ha cuadruplicado el número de visitas mensuales desde su lanzamiento, se ha traducido en la renovación de la colaboración con el Departamento de Política Territorial y Obras Públicas para el desarrollo de nuevos proyectos relacionados.

## **ABSIS SUPERA CON ÉXITO EL RETO DE COMPATIBILIDAD CON GOOGLE CHROME**

La consultora, especializada en TIC para la Administración Local, se anticipa a las necesidades de los usuarios de aplicaciones Web garantizando la compatibilidad de sus productos con el nuevo navegador Google Chrome.

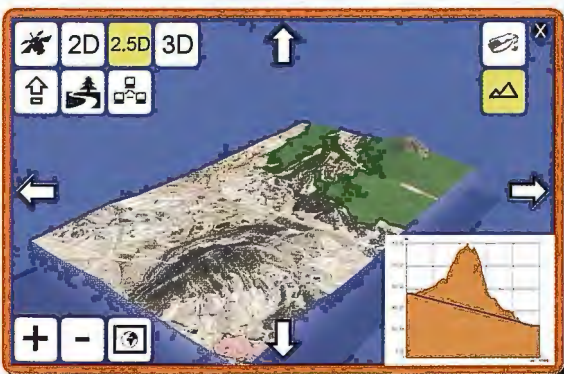
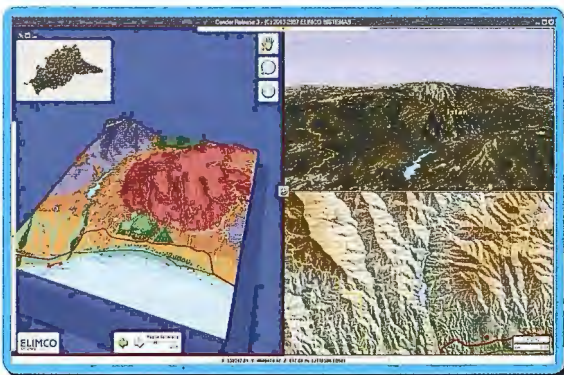
Este hecho, que supone una muestra más de vocación de ABSIS de innovar de acuerdo con la aparición de nuevas herramientas tecnológicas, ya es palpable en la nueva versión compatible de ABSMap@s.

ABSMap@s es la aplicación Web de ABSIS que permite la visualización, localización, consulta e impresión de información gráfica de manera rápida y sencilla desde cualquier navegador.

ABSIS es una consultora en tecnologías de la información y la comunicación. Fundada en 1982, está especializada en soluciones para la Administración Pública. Cuenta con un equipo de más de 150 profesionales y presta servicio a más de 1400 Entidades. En el 2007 su facturación fue de 7.5 millones de euros.

# CONDOR

**La suite cartográfica que  
añade valor a su negocio**



**Análisis del territorio  
Medio Ambiente  
Divulgación turística  
Servidores de cartografía  
Geoportales  
Gestión de efectivos de emergencia  
Entornos virtuales  
Geomarketing**

**CARTOGRAFÍA - SIG - eADMINISTRACIÓN - SISTEMAS DE CONTROL - AERONÁUTICA - SIMULACIÓN**

# NUEVOS AVANCES EN WIDE AREA Real Time Kinematic (WARTK)

Aragón Ángel, Ángela, gAGE/UPC.  
 Hernández Pajares, Manuel, gAGE/UPC.  
 Juan Zornoza, Miguel, gAGE/UPC.  
 Sanz Subirana, Jaume, gAGE/UPC.

## RESUMEN:

El factor limitante para extender la técnica de navegación precisa por satélite Real Time Kinematic (RTK) más allá de decenas de kilómetros (distancia límite para RTK) es la refracción ionosférica diferencial entre el usuario y la estación de referencia GNSS más cercana. Esta refracción ionosférica es el principal limitador de la fijación en tiempo real de la ambigüedad, y por tanto, de la navegación GNSS de precisión con errores sub-decimétricos.

En este artículo, los autores presentan una visión general de los últimos desarrollos en la aplicación de correcciones ionosféricas precisas en el contexto de navegación precisa (WARTK) y su adaptación a sistemas de tres frecuencias tales como Galileo y GPS modernizado, mencionando posibles aplicaciones de la misma.

**Palabras clave:** WARTK, navegación precisa, corrección ionosférica, modelo tomográfico

The limiting factor to extend the GNSS precise navigation technique Real Time Kinematic (RTK) beyond tens of kilometers (limiting distance for RTK) is the differential ionospheric refraction between the roving user and the closest GNSS reference. Such ionospheric refraction is the main limiter of the ambiguity fixing in real-time and, therefore, impedes GNSS precise navigation with sub-decimeter errors. In this paper, the authors present a global vision of recent developments in the application of ionospheric corrections within the context of precise navigation (WARTK) and their adaptation to three frequency systems such as Galileo and modernized GPS, mentioning possible applications of such technique.

**Key words:** WARTK, precise navigation, ionospheric correction, tomographic model

¿Qué es WARTK? WARTK podría considerarse como un sistema de aumentación. Por sistema de aumentación se entiende un sistema de corrección de señales que son transmitidas al receptor GPS del usuario para mejorar su posicionamiento en horizontal y vertical, proporcionando además información sobre la calidad de estas señales. Un ejemplo de sistema de aumentación por satélite (SBAS) es EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Systems), el sistema europeo de posicionamiento (a nivel del metro) que satisface requerimientos de integridad (es decir, límites para el error real) que permitirían su uso en aviación civil (Ventura-Traveset et al, 2001). De hecho, la idea clave para que WARTK permita la navegación precisa a grandes distancias respecto a una estación de referencia es proporcionar al usuario valores diferenciales precisos de refracción ionosférica en tiempo real para ser eliminados de las ecuaciones de navegación (con WARTK, la información enviada al usuario es más precisa que la transmitida por otros sistemas).

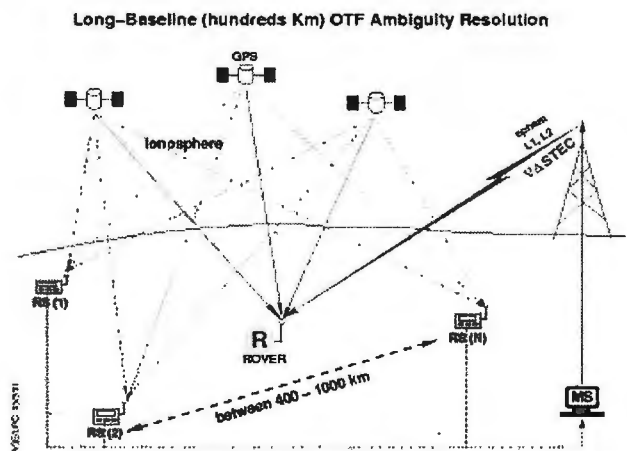


Figura 1. Esquema de configuración del sistema WARTK: red de estaciones de referencia, centro de procesado (Master Station) y transmisión de correcciones (link verde) desde MS a usuario.

Esto se puede lograr gracias al desarrollo de una técnica muy precisa de cómputo de correcciones ionosféricas en tiempo real usando un modelo tomográfico tridimensional para la ionosfera (descrito en Hernández-Pajares et al. 1999a), estimada por medio de un filtro de Kalman, y usando exclusivamente datos GNSS de receptores fijos separados distancias de varios centenares de kilómetros (Hernández-Pajares et al. 1999b, 2000a y sumario de experimentos en la Tabla 1).

Las principales características de este modelo ionosférico son su capacidad para operar en tiempo real y la utilización de las fases de las portadoras de la señal GPS como observable básico. La utilización de la fase permite evitar los errores debidos al multicamino y ruido del código, de varios órdenes de magnitud superiores a los de la fase (Figura 1).

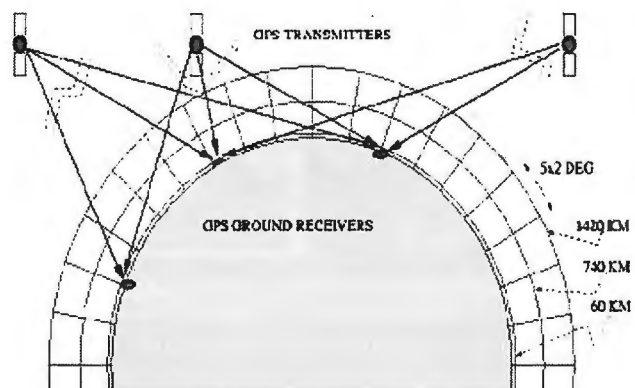


Figura 2. Esquema del modelo tomográfico en dos dimensiones para la estimación del contenido electrónico a partir de datos de estaciones de tierra.



Experiment	Shortest baseline/km (lower/upper)	Ionospheric Activity	Fixed Rec. Ambiguity success %	Roving Rec. Ambiguity success (%)	Kind of rover	Region	Dates	Reported in
BullKin99	116/286	Mid. Solar Cycle & Quite	97	80-100	4x4 Car	Castalia, NE Spain	23-03-99	Columbu et al. 99 (ION)
NWPacific1	400/900	Mid Solar Cycle & Active High lat. (Kp=6)	90-100	80	IGS Site	NWCanada-USA	03-05-98	Hernández et al. 00a, Columbu et al. 00 (GRI, PIANS)
NWPacific2	162/900	Mid Low Solar Cycle & Irreg.	95-100	80-90	IGS Site	NWCanada-USA	28-01 to 01-05-98	Hernández et al. 00b (ION)
Equator01	1000-3000/	Solar Max. & Equator & Very Active (Kp to 9)	90	—	IGS Sites	Central Asia to Oceania	06-03 to 02-01-01	Hernández et al. 02 (IGR)
TCARdata (simulated)	130/300	Solar Max.	100	92 (single-epoch)	Sim. car	Central Europe	17-03-00 (noon)	Hernández et al. 03a-b (IEEE TCARS, Navarra)
UNBAI01	70-115/100	Solar Max. & Strong TIDs	100	~80 (with integrity)	Car	Barcelona, NE-Spain	11-06-01	Hernández et al. 01 (ION)
WARTK3 Lab. Test 1-2	178-238 /250-600	Solar Max.	100	100	1-Car 2-Air.	Iberian Peninsula	31-03-90 (ionos.)	Hernández et al. 04 (ION)
WARTK3 Lab. Test 3	416/250-600	Solar Max.	100	99	Fixed Site	Iberian Peninsula	31-03-90 (ionos.)	Hernández et al. 04 (ION)
WARTK-EGAL	Several/500	MSTIDs	100	Baseline dependent	Fixed Site	Iberian Peninsula	17-02-2005	Hernández et al. 06 (ION)
FES WARTK	100/EGNOS	MSTIDs	100	100	Fixed Site	Europe	12-10-2006	FES WARTKTN

Tabla 1. Sumario de experimentos realizados con la técnica WARTK

De esta manera, sólo unas pocas decenas de estaciones fijas con receptores GNSS serían suficientes para garantizar un servicio de posicionamiento sub-decimétrico a escala continental sobre, por ejemplo, toda Europa. La red necesaria para respaldar este servicio podría ser la red ya desplegada para EGNOS, con el consiguiente ahorro en infraestructuras.

## 1. ESQUEMA DEL SISTEMA WARTK

Se compone de dos bloques bien diferenciados: WARTK CPF (Central Processing Facility) y SW de usuario WARTK.

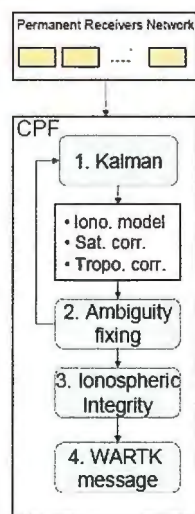


Figura 3. Esquema de la central de procesamiento de los datos de la red de receptores permanentes: WARTK CPF

La WARTK CPF procesa los datos de la red de receptores permanentes. A partir de una combinación óptima de un modelo ionosférico y otro geodésico, además de estimar las correcciones precisas de ionosfera, retrasos instrumentales y relojes es posible fijar las ambigüedades de la fase (es decir, hallar su valor entero exacto) en lugar de flotarlas (es decir, estimarlas como valores reales). Esta distinción entre fijar y flotar las ambigüedades no es gratuita: utilizar uno u otro método tendrá un impacto en la precisión y convergencia de la solución de navegación como se puede apreciar en las siguientes figuras: la convergencia de la solución es más rápida al fijar y ésta es más precisa.

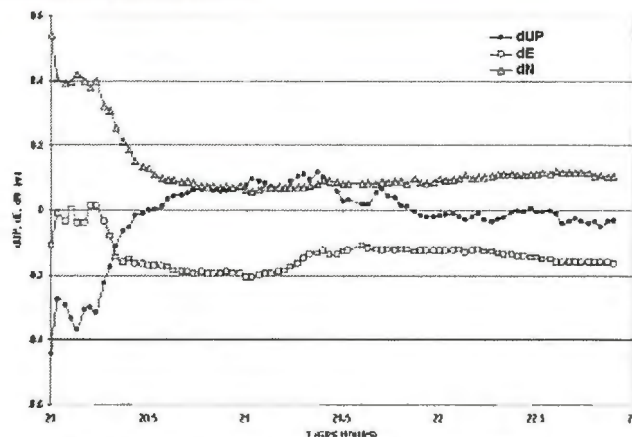


Figura 4. Solución cinemática con una línea de base de 429 km; órbitas broadcast usadas, ajustadas; ambigüedades flotadas; errores de refracción troposférica estimados; triángulos: dUP, círculos negros: dN, cuadrados: dE, todo expresado en metros). Error de unos 20 cm.

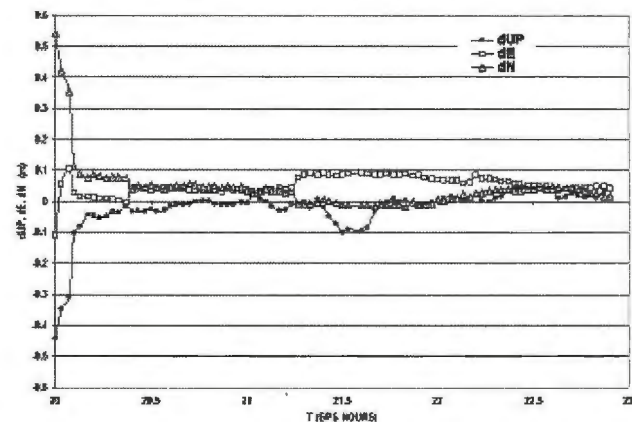


Figura 5. Solución cinemática con una línea de base de 429 km; órbitas broadcast usadas, ajustadas; ambigüedades fijadas; errores de refracción troposférica estimados; triángulos: dUP, círculos negros: dN, cuadrados: dE, todo expresado en metros). Error de unos 10 cm y convergencia de la solución en 6 minutos.

Además de las correcciones, la CPF transmite una estimación de su error que se añade al mensaje que ha de ser enviado al usuario (primero se resuelven las ambigüedades en las estaciones de referencia obteniéndose así valores de refracción ionosférica inambiguos que serán interpolados en la posición del usuario para que éste obtenga su retardo ionosférico).

WARTK a nivel de usuario utiliza una estrategia de interpolado en la cual las ambigüedades son primero flotadas y, si superan un test estadístico de hipótesis nula, son fijadas.

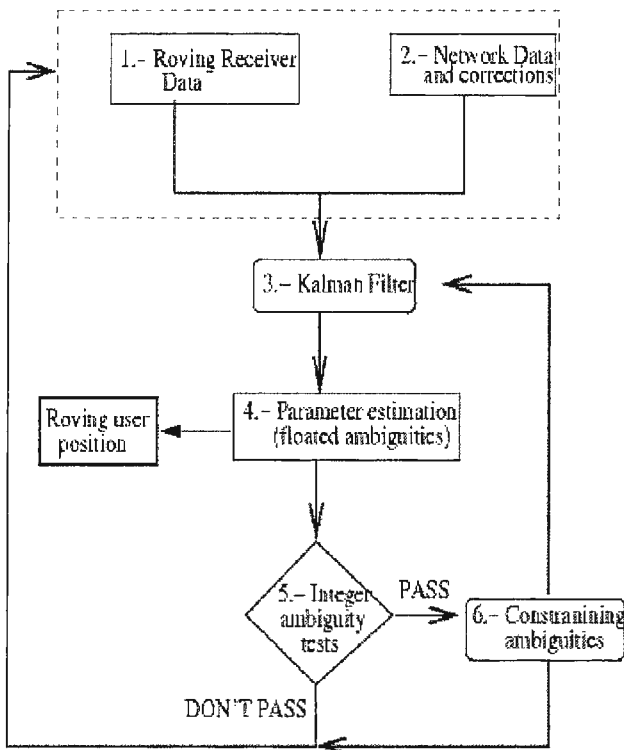


Figura 6. Esquema del algoritmo de WARTK a nivel de usuario

Se incluye también un modelo climatológico para las Medium Scale Travelling Ionospheric Disturbances (MSTID). Las TIDs son fluctuaciones de densidad que se propagan a través de la atmósfera neutra y la ionosfera a diferentes velocidades y frecuencias.

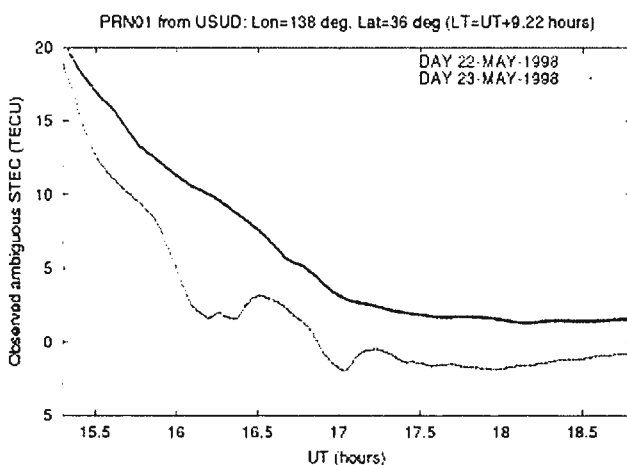


Figura 7. Ejemplo de LSTID afectando al STEC observado para dos días consecutivos durante el mismo periodo. Se pueden observar las fluctuaciones del observable al ser afectado por la presencia de LSTIDs.

Las MSTIDs, con diferencia las perturbaciones más frecuentes, presentan periodos cortos (desde los 10 min a 1 hora) y velocidades entre 50-300 m/s. El origen de las MSTIDs parece estar más relacionado con fenómenos meteorológicos que producen ondas atmosféricas gravitacionales que se manifiestan como TIDs a alturas ionosféricas. Son precisamente estas (80-85% del total) las que pueden afectar al posicionamiento preciso con sistemas GNSS: provocan variaciones de STEC de varios TECUs (más de 20cm en L1). En (Hernández et al, 2006), después

de analizar la aparición y propagación de MSTIDs a lo largo de todo un año, se encontró una dependencia estacional, lo cual permitió dar una caracterización de la misma: durante el invierno local, las MSTIDs se producen preferentemente de día y hacia el ecuador, y durante el verano local, de noche y hacia el suroeste.

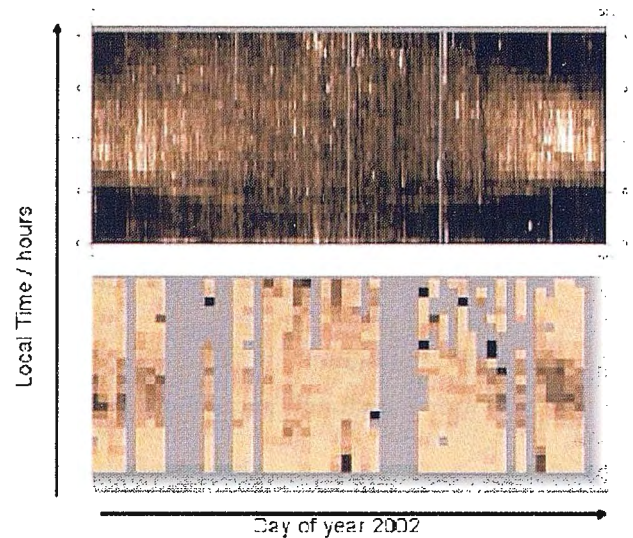


Figura 8. Relación entre la distribución de TIDs detectadas (panel superior presenta la actividad de TIDs –el color más brillante actividad mayor de MSTID–), y el error en la corrección ionosférica para un receptor móvil a 70km de la referencia más cercana (errores mayores cuanto más oscuro), en la red de GPS del Instituto Cartográfico de Cataluña.

Esto permitió construir un modelo semi-empírico que corrige el estado de onda MSTID en la posición del usuario, con el valor medido con anterioridad en una estación de referencia considerando un retraso  $\Delta t$  dado por un modelo de onda plana. Este modelo recibe el nombre de “real-time differential delay model for mitigating MSTIDs” (DMTID). La inclusión del DMTID en el software del usuario reduce el error ionosférico hasta un 50% e incluso más en algunas épocas (más detalles en Hernández et al, 2006a y 2006b). La consecuencia más importante de esta reducción del error ionosférico es la ampliación del área de servicio para la navegación precisa: se puede llegar a duplicar, pasando de distancias máximas de unos 170 km hasta 250 km de la estación de referencia más cercana.

## 2. WARTK versus OTROS SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO PRECISO

A continuación, se presentan otras técnicas de posicionamiento preciso ya existentes y se comparan las prestaciones de cada una de ellas en términos de la precisión que ofrecen respecto la línea de base (Figura 2). A partir de los observables GPS de código y fase, será posible resolver las ecuaciones de navegación usando uno u otro. Trabajando con código como observable principal se puede posicionar y navegar con el sistema GPS estándar, o SBAS (Satellite Based Augmentation System), con los que se obtienen errores por encima del metro. Por otro lado, trabajando con fase como observable principal, donde el nivel de precisión dependerá del método usado para resolver las ambigüedades de la misma, se tiene DGPS (Differential GPS) (ambigüedades flotadas), RTK (Real Time Kinematics), VRS (Virtual Reference Stations), método que transmite las correcciones a través de un medio de envío de datos a la red de usuarios de posicionamiento RTK (en estos dos últimos, las ambigüedades son fijadas).

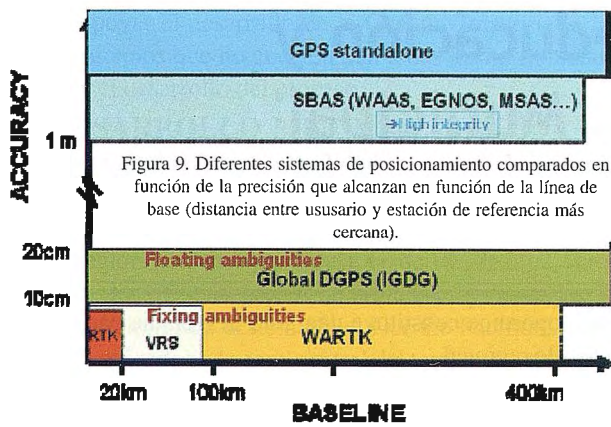


Figura 9. Diferentes sistemas de posicionamiento comparados en función de la precisión que alcanzan en función de la línea de base (distancia entre usuario y estación de referencia más cercana).

Se puede observar en la Figura 2 que RTK y VRS pueden ofrecer precisiones al mismo nivel que WARTK pero con una gran limitación en la línea de base sobre la cual se ofrece tal precisión: ésta queda reducida a unos 20 km para RTK (50 km con VRS) mientras que WARTK puede extenderla hasta centenares de kilómetros (Hernández-Pajares et al, 2004) gracias a las correcciones de refracción ionosféricas precisas que usa. Es aquí donde se puede apreciar la gran ventaja que aporta WARTK, permitiendo posicionar y navegar a cientos de kilómetros de distancia respecto a las estaciones de referencia con gran precisión, comparable a la de redes locales.

### 3. WARTK Y GALILEO

Dado el advenimiento de la constelación europea Galileo, se planteó extender los algoritmos de WARTK para las dos frecuencias del sistema GPS actual a las tres frecuencias de trabajo de Galileo y estudiar los posibles beneficios asociados (Hernández-Pajares et al, 2004). Para ello, se generaron varios set de datos con el simulador de señal Galileo que la Agencia Espacial Europea (ESA) tiene en su centro tecnológico de Noordwijk. Se simularon diferentes niveles de potencia, multipath, variaciones troposféricas e ionosféricas. Los resultados demostraron que la tercera frecuencia permite la fijación instantánea de las ambigüedades de la fase frente a los 100 s de media que necesita WARTK con sólo dos frecuencias. Esto se traduce, una vez convenientemente estimado el retraso troposférico del usuario en "cold-start" (después de varios minutos), en navegación muy precisa en época sencilla. Por tanto, y volviendo a la Figura 1 donde se contextualizaba WARTK con el resto de sistemas de posicionamiento preciso, ahora ésta puede ser revisada y presentar la comparativa de la precisión de cada sistema frente al tiempo de convergencia:

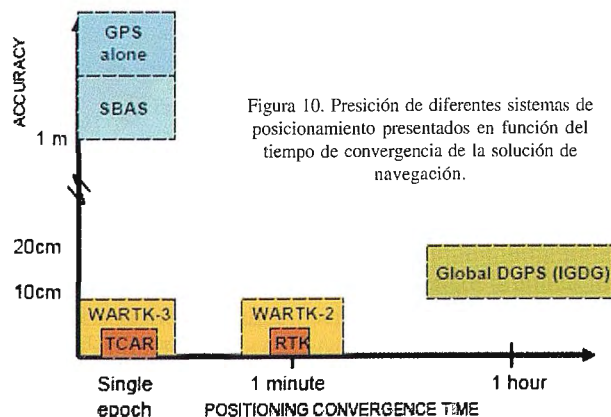


Figura 10. Precisión de diferentes sistemas de posicionamiento presentados en función del tiempo de convergencia de la solución de navegación.

Consecuentemente, podemos decir que WARTK permite la navegación precisa, navegación típica en época a época, o sea, sin filtrar, como en el caso del código pero con errores de centímetros en vez de metros, a centenares de kilómetros de las estaciones de referencia con el sistema actual GPS de dos frecuencias y con fijación instantánea de ambigüedades en los futuros sistemas de tres frecuencias (GPS modernizado, Galileo).

### 4. APLICACIONES DE WARTK

La implementación de WARTK permitiría mejorar las actuales aplicaciones GNSS, y abrir nuevas posibilidades en posicionamiento y navegación con errores subdecimétricos a nivel continental. De hecho, permitiría extender las actuales aplicaciones comerciales de RTK a escalas continentales en el campo de la ingeniería civil, la agricultura de precisión, sistemas de transporte... así como nuevas aplicaciones en otros campos como meteorología GPS instantánea (Hernández-Pajares et al, 2001), orientación de antenas individuales GPS (Hernández-Pajares et al, 2004), navegación precisa en alta mar (Colombo et al, 2005) y monitorización de Tsunamis (Colombo et al, 2005), entre otros.

### 5. AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer al Ministerio de Educación y Ciencia, gracias cual, y vía el proyecto IBER-WARTK (ESP2007-62676), este trabajo ha sido subvencionado.

### REFERENCIAS

#### REVISTAS

Colombo, O.L., M. Hernández-Pajares, J.M. Juan, J. Sanz and J. Talaya, Resolving carrierphase ambiguities on-the fly, at more than 100 km from nearest site, with the help of ionospheric tomography, ION GPS'99, Nashville, USA, September 1999.

Colombo O.L., Hernández-Pajares M., Juan J.M. and Sanz J., Ionospheric Tomography Helps Resolve GPS Ambiguities On-the-Fly At Distances of Hundreds of Kilometers During High Geomagnetic Activity, Position Location and Navigation Symposium (PLANS 2000 IEEE conference), San Diego (USA), March 2000.

Colombo O.L., Hernández-Pajares M., Juan J.M. and Sanz J., Extending Wide Area and Virtual Reference Station Networks Far Into the Sea With GPS Buoy, ION GNSS'2005, Long Beach, USA, September 2005.

Hernández-Pajares M., J.M. Juan, J. Sanz and O.L. Colombo, Precise ionospheric determination and its application to real-time GPS ambiguity resolution, Institute of Navigation ION GPS'99, Nashville, Tennessee, USA, September 1999b.

Hernández-Pajares, M., J.M. Juan, J. Sanz and O.L. Colombo, Application of ionospheric tomography to real-time GPS carrier-phase ambiguities resolution, at scales of 400-1000 km, and with high geomagnetic activity, Geophysical Research L., 27, 2009-2012, 2000a.

Hernández-Pajares, M., J.M. Juan, J. Sanz, O. Colombo, H. Van der Marel, Real-time integrated water vapor determination using OTF carrier-phase ambiguity resolution in WADGPS networks, ION GPS'2000, Salt Lake City, September 2000b.

Hernández-Pajares, M., J.M. Juan, J. Sanz, O.L. Colombo, and H. van der Marel, A new strategy for real-time Integrated Water Vapour determination in WADGPS networks, Geophysical Research L., 28, 3267-3270, 2001.

Hernández-Pajares, M., J.M. Juan, J. Sanz, O.L. Colombo, Tomographic modeling of GNSS ionospheric corrections: Assessment and real-time applications, ION GPS'2001, Salt Lake, USA, September 2001b.

Hernández-Pajares, M., J.M. Juan, J. Sanz, O.L. Colombo, Improving the real-time ionospheric determination from GPS sites at Very Long Distances over the Equator, J. of Geophysical Res., V.107, No.A10, 1296, 2002.

Hernández-Pajares, M., J.M. Juan, J. Sanz, O.L. Colombo, Feasibility of Wide-Area Subdecimeter Navigation with GALILEO and Modernized GPS, IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing, V.41, No.9, 2003.

Hernández-Pajares, M., J.M. Juan, J. Sanz, A.García-Rodríguez, O.L. Colombo, Wide Area Real Time Kinematics with Galileo and GPS Signals, ION GNSS'2004, Long Beach, USA, September 2004.

Hernández-Pajares, M., J.M. Juan, J. Sanz, Medium scale Traveling Disturbances affecting GPS measurements: Spatial and temporal analysis. JGR-Space Physics, VOL. 111, A07S11, doi:10.1029/2005JA011474, 2006a.

Hernández-Pajares, M., J.M. Juan, J. Sanz, Real time MSTIDs modeling and application to improve the precise GPS and GALILEO navigation. ION GNSS'2005, Fort Worth, USA, September 2006b.

# Una solución para la educación y el apoyo en la Gestión Municipal

María Elena Pezoa - Cartógrafo – CPRSIG Ltda. - CHILE  
XII Convencion y Expo. Internacional

## RESUMEN

El 80% de los datos tienen una componente espacial. La interoperabilidad que permite la utilización de mapas en Internet, permitiendo mezclar en forma transparente la información de cualquier sector para dar soluciones prácticas, permite dar respuesta a cualquier pregunta que tenga un “donde?” involucrado. Esta característica sumada a la ventaja comparativa que tiene Internet sobre cualquier otro sistema de comunicación, hacen que esto sea un medio eficiente y masivo de apoyo y educación en el proceso de gestión.

De acuerdo a lo anterior el presente trabajo plantea el desarrollo de una herramienta de apoyo a la Gestión poniendo énfasis en el manejo de la información espacial y entregando al usuario todos los antecedentes necesarios para un manejo adecuado de la información.

## ABSTRACT

The 80% of all data has a geographic component. The interoperable that allow Web Mapping, blends data from any sector to generate practical solutions, permit responds to any question that has a “where?” in it. This characteristic and the advantage that Internet has over other communication systems, make this an efficient and massive way for support and education in management systems.

Therefore, this paper aims to the development of a tool to be used in the managing process, putting special emphasis in spatial information handling and giving the user the necessary tools for an adequate and useful information managing.

## 1. FUNDAMENTACION

En Chile encontramos en el ámbito de la planificación territorial, instrumentos que por ley establecen un orden para la construcción del espacio urbano y que generan un orden indicativo para territorios sobre la unidad territorial comuna, ínter comuna y región.

En este sentido existen tres niveles de instrumentos de planificación: nivel Regional, nivel Inter comunal y nivel Local o Comunal.

En todos ellos se observan deficiencias en el sentido del conocimiento del instrumento, la difusión del mismo y el poco uso que se da a una herramienta que posee un impacto en el territorio de carácter decisivo.

Estas deficiencias generan a su vez otros problemas, como falta de transparencia en el proceso de planificación territorial, dificultades en su comprensión y finalmente poca utilidad. Por otra parte el sector privado tiene un bajo conocimiento de estas herramientas dejando pasar en muchas ocasiones, oportunidades de inversión que tendrían un efecto positivo en la economía. Este punto es especialmente importante ya que el sector privado es uno de los actores que proporcionan un gran dinamismo a la economía regional y entrar a su accionar normal al no contar con informa-

ción oportuna constituye una gran desventaja para el desarrollo regional.

Por otra parte los instrumentos de planificación en todas sus escalas poseen ámbitos que quedan abiertos a la interpretación de quienes detentan el poder de aplicar los instrumentos de gestión. Desde este aspecto surgen problemas serios de interpretación de la gestión en donde los Municipios son los que presentan mayores problemas dando como resultado el desvío de la atención y recursos a tareas que supuestamente deben realizarse en forma fluida generando demoras en la toma de decisiones y en la construcción de obras de beneficio social, desarrollo productivo y generación de empleo.

Todos estos problemas se traducen en un mal uso de los instrumentos de gestión, bajo nivel de validación a nivel comunal, poco y mal uso por parte del sector privado, bajo conocimiento de la utilidad e importancia y un inevitable bajo desarrollo territorial de la comuna al crecer en forma inorgánica y desagregada.

## 2. OBJETIVO GENERAL

Generar una herramienta simple implementada sobre Internet que permita:

- Educar a los usuarios encargados de la Gestión Territorial en cuanto al conocimiento, no solo de los elementos administrativos implicados en la gestión, sino también, en cuanto a los conceptos espaciales que esta gestión involucra.

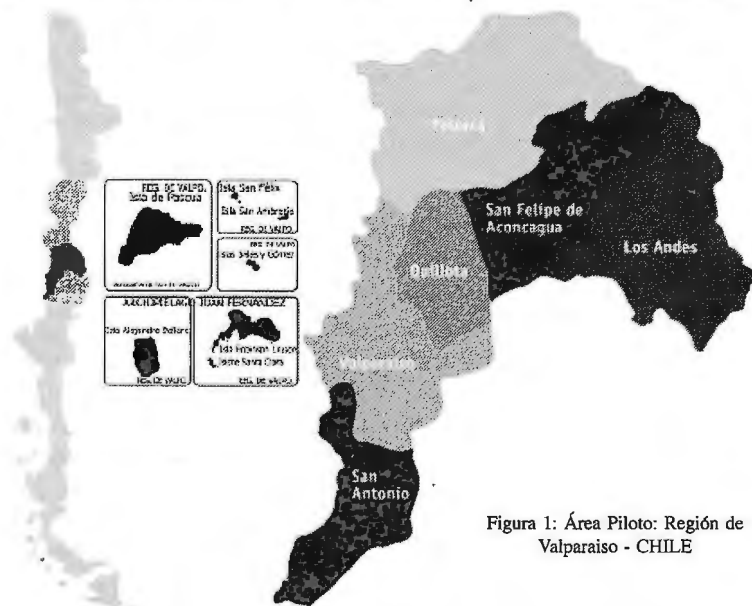
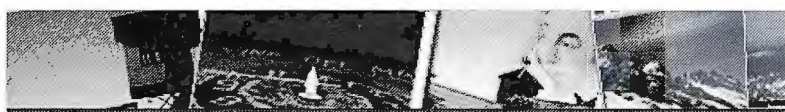


Figura 1: Área Piloto: Región de Valparaíso - CHILE

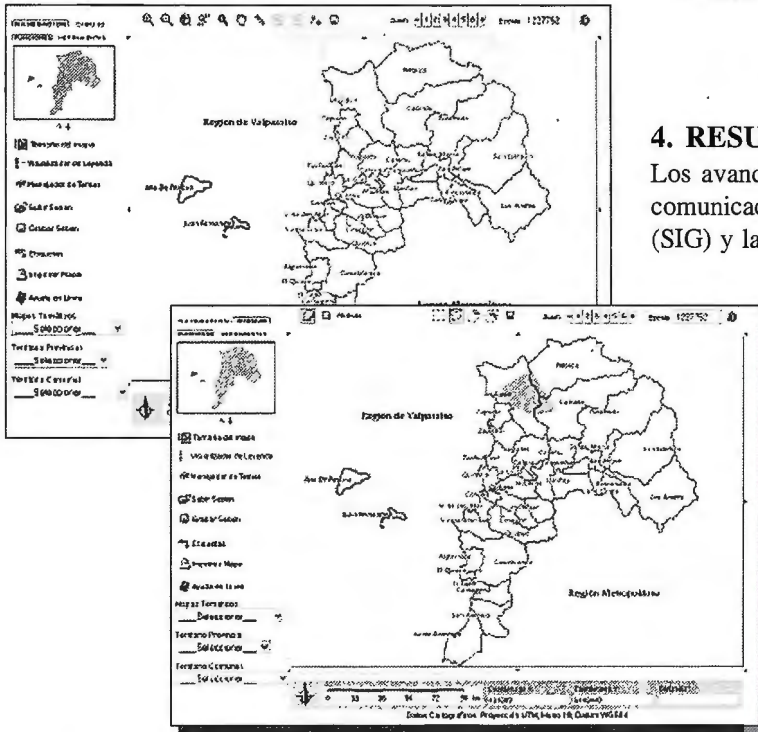
b. Apoyar el desarrollo de la Gestión Territorial a los Municipios que no cuenten con todas las herramientas para el desarrollo del proceso.

### 3. DESARROLLO METODOLOGICO

#### 3.1. Área Piloto

Para el desarrollo del trabajo se tomaron los Municipios de la Región de Valparaíso. Figura 1

Esta Región, con una superficie total de 16.396 km<sup>2</sup>, situada entre los 32 y 34 grados de latitud sur y desde los 70 grados de longitud oeste hasta el Océano Pacífico, se encuentra ubicada en la zona central del territorio nacional, a 120 Kms. al noroeste de la capital, Santiago. Comprende, además los espacios insulares de Isla de Pascua, islas San Félix y San Ambrosio, y el Archipiélago de Juan Fernández.



Interfaz Gráfica: Opciones de navegación, impresión de mapas y dibujo de polígonos y puntos.

#### 3.2. Información Administrativa y Espacial

Se recolectó la información tanto de carácter administrativo concerniente con la Gestión Territorial Municipal y la información Espacial asociada a la misma.

La información utilizada fue la siguiente:

Información Administrativa:

- Programas de Inversión
- Programas de Financiamiento

Información Espacial:

- Límites Administrativos
- Cartografía Base Topográfica
- Mapas de Suelos
- Mapas de Zonificaciones
- Mapas Censales

#### 3.3. Implementación WEB

La implementación se realizó bajo el marco de la utilización de software de libre distribución, bajo los estándares de utilización OGC (Open Geospatial Consortium) y utilizando el concepto WMS (Web Map Service).

La aplicación implementada cuenta con lo siguiente:

- Opciones de Resolución de Pantalla.
- Menú de Navegación Temática.
- Herramientas de edición (dibujo de puntos y polígonos).
- Herramientas de Visualización (zoom acercamiento y alejamiento, pan, zoom previo, etc).
- Ingreso de Coordenadas de punto.
- Coordenadas UTM X e Y en barra de estado del Navegador.
- Accesos rápidos según áreas geográficas.
- Salida de mapas e impresos.
- Simbología
- Cambio de Sistema de Proyecciones (proyección al vuelo)
- Posibilidad de conectarse a otros servidores de infor-

· a archivos explicativos de Gestión

### 4. RESULTADOS

Los avances tecnológicos en el ámbito de las redes de comunicaciones, los sistemas de información geográficos (SIG) y la computación en general, han transformado la

forma de trabajar de todos nosotros, permitiendo implantar, manejar, actualizar y consultar la información desde entornos más sencillos, potentes e integrados con el resto de los sistemas informáticos.

Así es como profesionales, relacionados con ciencias de la Tierra y planificación, han comenzado a pensar espacialmente y cada vez más se comienzan a preguntar el dónde suceden las cosas. Sin embargo, de la noche a la mañana, han tenido que asimilar una serie de conceptos cartográficos y geodésicos que nunca fueron vistos en sus respectivas carreras. Es común ahora escuchar: ¿Cuál es el Datum?, ¿Cuál es la exactitud del dato a esa

escala?, ¿En que proyección están los datos? y una infinidad de preguntas o dudas similares. Por lo tanto, el desafío más grande que implica poner información en Internet, es decir al alcance de todos, es asegurar que la calidad de la información sea la adecuada, en forma ágil, sin distracciones para su utilización y sobre todas las cosas, dar un sentido a esta información de acuerdo a los objetivos generales planteados por el usuario, de esta manera los mapas dejan de ser agrupaciones de elementos físicos y pasan a formar parte de un sistema de información capaz de entregar respuestas a las problemáticas planteadas, que en este caso corresponden a las necesidades de la Gestión Territorial Municipal.

De acuerdo a esto la aplicación ha cumplido totalmente con los objetivos planteados y sobre todo ha tenido gran trascendencia en lo que se refiere a acceso y entendimiento de la información, lo que ha llevado paulatinamente a realizar gestiones más eficientes y con mayor rapidez.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

- Limp, Fredrick, director, Center for Advanced Spatial Technologies, University of Arkansas. Web Mapping Guide, Applications Development .  
<http://www.geoplance.com/gr/webmapping/app.asp>  
 OGC, Open Geospatial Consortium.  
<http://www.opengis.org/>  
 Generalization for On-demand Web Mapping,  
<http://www.geo.unizh.ch/gis/research/webmap/gendem/>

# INDUSTRIA ESPAÑOLA Y SERVICIOS PROFESIONALES

Por Miguel Angel Valencia, Consultor Senior de IAC (Ideas Are Capital)

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

Los males que aquejan a la industria española son, fundamentalmente su baja productividad y competitividad. Los servicios profesionales dirigidos a la industria deben tener como objetivo el mejorar estos parámetros.

Los conocimientos que aplican las empresas de servicios profesionales se sitúan en dos planos, uno horizontal, procedimental de carácter general y otro vertical, sustantivo y de conocimientos específicos. Pertenecen al plano horizontal la Gestión por procesos (BPA y BPM), la tecnología de la información y las comunicaciones, la Gestión por proyectos, las herramientas y metodologías de gestión. Son propios del plano vertical los conocimientos específicos en materias y/o sectores; como por ejemplo finanzas en el sector del automóvil, cadena logística en el sector de la farmacia, capital circulante en el sector de los electrodomésticos, estudios de mercado en el sector de la distribución, comercio exterior en la industria textil,...

La combinación de estos conocimientos debe ponerse al servicio de la industria a fin de mejorar la situación actual. Las oficinas prestadoras de servicios profesionales, hasta ahora se agrupaban, fundamentalmente, en consultorías, ingenierías y asesorías; observándose últimamente una convergencia cada vez mayor en los tres tipos. En el futuro aparecerán oficinas gestoras como centros de competencia o de excelencia.

Estos centros de producción de servicios difícilmente agruparán todos los conocimientos, tanto sustantivos como procedimentales, necesarios para ayudar a la industria española; sin embargo sí que contarán con capacidad de gestión para coordinar e impulsar proyectos multidisciplinarios; para contratar, a su vez a proveedores específicos y para alinear los trabajos encaminados a mejorar las industrias. También serán expertos en servicios de planificación, estrategia y análisis y dispondrán de una red de relaciones para la implantación de las soluciones previstas y analizadas.

Dados los problemas que aquejan a la industria española, es previsible el aumento de la cartera de pedidos de los servicios que tengan como objetivos:

- Aumentar la productividad, competitividad y rentabilidad (TIC, BPM y BPA).
- Ganar cuota de mercado (Marketing e Investigación de Mercados)
- Innovar en productos y procesos (Centros de Investigación, Producción y/o adquisición de patentes)
- Exportar (Comercio Exterior)
- Orientar y Estructurar el Negocio (Estrategia, Adquisición y fusión de empresas)

En los siguientes puntos de este artículo analizamos las razones en las que se basan estas conclusiones.

## VISIÓN GENERAL Y ANTECEDENTES

Para realizar un análisis de situación de la industria española, es preciso que hagamos una breve referencia a su historia y a su entorno europeo y occidental.

La industria, en general, entendida como manufacturas se remonta a la alta edad media y goza de un vigor importante durante el siglo XVI con las pañerías y el XVIII con las fábricas reales. No obstante, poco tiene que ver esa industria, con la actual, que tiene sus antecedentes más inmediatos en la Revolución Industrial.

Sin embargo, sí que hay un rasgo común a ésta nuestra Segunda Revolución Industrial, a la primera Revolución Industrial y a las manufacturas y es la expansión del comercio y la agrupación de capitales. En efecto, todos los crecimientos industriales han venido precedidos de un movimiento de concentración de capitales, suficiente para acometer las inversiones en equipos fijos y de una expansión comercial que ha permitido el intercambio de bienes.

En concreto, en España se ha observado el auge de la industria y las manufacturas asociado a la concentración de metales traídos de ultramar con el descubrimiento de América y al intercambio comercial con estos territorios; y a la movilización de capitales con las desamortizaciones de Mendizábal y Madoz.

En épocas reciente se observa el impulso dado en los años de 1940 a 1960 a la industria con unas características propias, como son el proceder, fundamentalmente de un plan estatal y en régimen de autarquía, que acentuó la escasa competitividad de la industria española, que se veía protegida de la competencia y favorecida por un notable mercado interior, con una clase media floreciente.

Desde entonces, hasta la actualidad se distingue, en nuestra industria, la siguiente trayectoria:

Un periodo de 1975 a 1985 marcado por una fuerte crisis que acabó en una forzosa reconversión industrial.

El tramo que va de 1985 a 1989 caracterizado por una recuperación industrial que se atribuye a los siguientes factores: los frutos del proceso de reconversión, la contención en los salarios, los beneficios fiscales debidos a la posibilidad de amortización inmediata de los equipos adquiridos en 1985 y 1986 y a la expectativa por la integración en la CE.

La crisis industrial de 1989 a 1993 motivada, entre otras cosas, por la inflación, la reducción de la rentabilidad industrial y el deterioro del tejido industrial.

A partir de 1994 se aprecia una evolución positiva, con altibajos, hasta nuestros días.

Acabaremos este apartado mencionando que, desde nuestra incorporación a la CE ha habido grandes expectativas de los organismos comunitarios, en torno al crecimiento industrial español, al que se le preveía un puesto entre los países líderes, perspectivas que, en gran parte han sido defraudadas al observar el escaso e irregular crecimiento de nuestra industria, a pesar de las fuertes subvenciones comunitarias realizadas durante veinte años y que, en principio, iban destinadas al crecimiento industrial.

Estos antecedentes y otros que, por la extensión de este artículo, no podemos enumerar, son los que explican, en parte la situación que describimos en los siguientes puntos.

### **SITUACIÓN ACTUAL. FORTALEZAS Y DEBILIDADES**

Los antecedentes históricos, apenas apuntados en el punto anterior, entre otras causas, traen como consecuencia una industria española, diferenciada fuertemente con respecto a su entorno, en lo siguiente:

Pequeña dimensión de las industrias, que provoca una débil capacidad inversora y la dificultad para acometer gastos en Investigación.

Ausencia de redes exportadoras estables. En efecto, en general se observa que los bienes españoles se distribuyen en el extranjero, a través de agentes o comisionistas del país de origen; sin que, en la mayoría de los casos se disponga de red propia de distribución.

Industria productora de bienes intermedios, tanto en lo tecnológico como en el tamaño. La industria española se considera de tecnología no puntera y con escasa producción de instalaciones y bienes de equipo. Es decir, no disfruta de tecnología de producto ni de tecnología de procesos.

Escasa diferenciación en productos, que dificulta conseguir "nichos" rentables en los sectores de demanda media y débil.

Industria poco eficiente en el uso de la energía y, además, agravado porque suele ser intensiva en el consumo de recursos energéticos.

Por el contrario, nuestra industria presenta como fortalezas las siguientes características:

Sólido y estable sector financiero; a pesar de que las relaciones entre la industria y la banca españolas no han sido modélicas; sin embargo, es destacable que la fortaleza financiera ha contribuido al sostenimiento de la economía y, en particular, de la industria.

Disponibilidad de un abundante capital humano cada vez mejor preparado. Es destacable, en los últimos años el incremento en alumnos matriculados en universidades y en titulados técnicos y científicos.

Amplio mercado interior, con más de cuarenta millones de potenciales clientes. Sólo tres mercados europeos nos superan en número (Alemania, Francia e Inglaterra).

Posibilidad real de sustituir productos de importación. La numerosa clase media española demanda productos de consumo, que, en gran parte se han abastecido de importaciones. La industria española tiene posibilidad de sustituir estas importaciones y ofrecer un valor añadido por proximidad y servicio.

Incorporación temprana al cambio tecnológico dominado por la sociedad de la información y de las telecomunicaciones. Con el advenimiento de la sociedad de la información (Segunda Revolución Industrial) se abrió un debate, felizmente superado, sobre la posibilidad de que España se incorporara a la misma, o bien sufriera el mismo retraso que el de la Primera Revolución Industrial.

### **PREVISIONES. OPORTUNIDADES Y AMENAZAS**

Salvo en algunos casos concretos, es difícil, en general catalogar las externalidades más acusadas como oportunidades o amenazas.

Actualmente el factor externo más influyente en la economía y en la industria española es, con mucho, la globalización. Vivimos en un mundo en el que las mercaderías se diseñan en una ciudad, se fabrican en otra, alejada miles de Kms. y se consumen en un mercado mundial, sin que el coste del transporte (a pesar del precio del combustible) sea relevante en el precio unitario final al consumidor. Otro tanto ocurre con los capitales que encuentran, en un mercado financiero interconectado, una facilidad para traspasar fronteras sin precedentes. Adicionalmente, la fuerza laboral también se desplaza entre países y regiones.

Considerando, como factor general la globalización, en particular, nos influye de forma especial la incorporación a la OMC (Organización Mundial del Comercio) de los países asiáticos y, en particular de China y la ampliación de la Europa de los 27.

En concreto, respecto a este último factor se observa que los países de la ampliación están realizando una especialización creciente en los sectores de tecnología media-alta y están superando a la industria española en cuanto a producción y exportaciones.

Desgraciadamente, hasta ahora, la globalización, para la industria española se ha mostrado más como una amenaza que como una oportunidad, así hemos visto como en los últimos años se ha producido una clara deslocalización de las industrias españolas y, en particular de las multinacionales que, en no pocos casos, han desinvertido en España.

Por otra parte, este entorno global ha traído como consecuencia, la oportunidad, para la industria española, de dirigirse a mercados de mayor dimensión, con un número potencial de clientes de centenares e incluso miles de millones si consideramos el mencionado mercado asiático.

Para convertir la globalización en una oportunidad, la industria debe resolver, por una parte, el problema de competitividad, que se manifiesta en los déficits comerciales de la mayoría de las ramas industriales y en la pérdida de cuota en el abastecimiento de la demanda interna y, por otra, el bajo nivel de productividad en relación a la media de la UE, que cabe atribuir a las deficiencias para generar tecnología y otros activos intangibles.

Otra amenaza-oportunidad para la industria española es el crecimiento del sector de servicios y la construcción que, por una parte esta desplazando mano de obra desde la industria a éstos pero que, por otra parte crea una economía inducida (industria del ladrillo, cerámica, ...) en un entorno de creciente interdependencia entre bienes y servicios. Al mismo tiempo, cabe señalar que esta interdependencia ha contribuido a que la competitividad de la industria dependa tanto de las actividades directamente productivas como de los servicios empresariales ligados a las mismas.

En definitiva, las oportunidades para nuestra industria vendrán de la mano de las ventajas competitivas que se obtengan en nuestros productos y de la diferenciación de los mismos, de la innovación en productos y procesos, de la internacionalización de nuestras redes comerciales, de la dimensión internacional de nuestras empresas, de la incorporación de tecnología, del apoyo de una política de infraestructuras y fiscal adecuada y de la colaboración de oficinas de servicios profesionales.

### ALGUNOS DATOS CUANTITATIVOS

Incluimos en este apartado algunos datos numéricos que pretenden ilustrar el contenido de los puntos anteriores.

Empresas por sector económico:

Sector Económico	Porcentaje
Industria	10%
Construcción	10%
Comercio	33%
Resto de servicios	47%

Fuente INE 2000

Tamaño de las empresas españolas no agrícolas:

Tamaño	Porcentaje
Grandes empresas (más de 500 empleados)	0,06%
Medianas (entre 100 y 500 empleados)	0,26%
Pequeñas (de 10 a 99 empleados)	4,89%
Microempresas (hasta 9 empleados)	94,79%

Fuente INE 2000

Empresas con departamento de I+D según tamaño:

Número de empleados	Número de empresas	Número de empresas con Dpto de I+D	Porcentaje
Menos de 5	83.409	175	0,21%
De 5 a 19	61.703	943	1,53%
De 20 a 49	12.666	570	4,50%
De 50 a 199	4.312	758	17,58%
De 200 a más	1.147	529	46,12%

Fuente: Informe COTEC, 1998

Balanza comercial por importaciones/exportaciones y año:

	2000	2001	2002	2003	2004
Saldo	-45.290,5	-43.439,1	-42.000,2	-46.994,7	-61.486

En Millones de Euros. Fuente INE

Variación interanual de la productividad por hora:

	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Austria	3.621726	1.833884	3.274301	3.158989	8.68463	4.043407
Francia	4.514183	4.192086	2.289953	4.028686		
Alemania	1.590898	3.235835	4.774229	3.507239	6.591629	3.761993
Grecia	4.043525	8.398469	-3.378402	9.158164	-1.739325	
Hungría	2.150954	11.60999	7.386127	5.882278	6.365853	6.42966
Italia	-0.502806	-1.949991	1.690573	1.392196	-0.391016	-0.503320
Holanda	3.701863	1.810436	7.539624	2.298864	2.113803	
Suecia	9.605911	6.446866	10.46452	5.697253	4.607122	0.4682004
España	0.6288127	2.924615	1.907582	2.237345	2.244607	

Fuente: OCDE

## Noticias Autodesk

### El proyecto de Normalización del Planeamiento en Castilla y León se convierte en una herramienta de transparencia urbanística para todos los ciudadanos

#### Presentación

Castilla y León es la Comunidad Autónoma española de mayor extensión, con más de 9 millones de hectáreas lo que supone un total de 94.225 kilómetros cuadrados. Está compuesta por nueve provincias con 6.500 núcleos urbanos, repartidos en 2248 municipios distribuidos a lo largo de su geografía. Sin embargo, tan sólo cuenta con algo más de dos millones y medio de habitantes. Existe una gran complejidad para gestionar la planificación urbanística de pequeños municipios, hay recursos escasos y el nivel de esfuerzo requerido es muy elevado. La Consejería de Fomento de la Junta de Castilla y León tiene que ser eficiente en la gestión urbanística de todos y cada uno de los municipios que conforman la Comunidad. De esta Consejería forma parte la Dirección General de Urbanismo y Política de Suelo, encargada de la elaboración de normativas y la supervisión general de su cumplimiento, de la que depende el Centro de Información Territorial (CIT), responsable de la información de los instrumentos de

planeamiento urbanístico. En este contexto, contrastando la relación superficie/habitantes-recursos de Castilla y León se hace patente el empeño y el trabajo de estos organismos públicos en organizar eficazmente la gestión urbanística de la Comunidad.

#### Reto

La Junta de Castilla y León cofinancia, en muchas ocasiones, la redacción del planeamiento urbanístico general que es sacado a concurso por los diferentes municipios de la Comunidad. En principio, cada redactor de planeamiento elaboraba los instrumentos de planeamiento con su propia metodología, terminología, códigos, grafismos y formatos. Esta situación provocaba que para situaciones parecidas o idénticas sobre temas urbanísticos se considerasen determinaciones diferentes sobre todo en cuanto a codificación y formatos. Así pues, cualquier ciudadano, y en especial arquitectos, promotores y técnicos municipales que tenían que consultar distintos instrumentos de planeamiento, requerían un trabajo previo de adaptación a los criterios y metodología de cada instrumento que consultaban, bien sea el Plan General de Ordenación Urbana, modificaciones del mismo u otros instrumentos de Planeamiento de Desarrollo.

El reto que se le planteaba a la Consejería de Fomento de la Junta de Castilla y León es llegar a una normalización del planeamiento urbanístico para toda la Comunidad, evitando así, que cada municipio tenga la documentación urba-



nística con una redacción y estilo completamente diferente a su municipio vecino. En este sentido, existía la necesidad de permitir que la información generada en los diferentes instrumentos de planeamiento, pudiera ser tratada de forma conjunta en un único Sistema de Información Territorial.

### Solución

La Consejería de Fomento ha definido un proyecto para proceder a la normalización y codificación de los instrumentos de planeamiento, para lo que contrató a la empresa COTESA del Grupo Tecopy, distribuidor autorizado de Autodesk, para que desarrollara el proyecto al que se ha bautizado como NORMAPLUR: NORMALización de PLaneamiento URbanístico.

El proyecto tiene como primera y principal meta establecer un conjunto de determinaciones comunes para facilitar la redacción y la interpretación de los instrumentos de planeamiento. Y como segunda meta, facilitar que esas directrices se apliquen y se acojan de manera positiva. La normativa común se materializa en ITPLAN, que es la Instrucción Técnica de Normalización de Planeamiento. Este instrumento determina unas definiciones, estructura, conceptos técnicos y gráficos codificados para todos los instrumentos de planeamiento urbanístico de Castilla y León. Para facilitar la aplicación de ITPLAN, se crea PLURCAD, un desarrollo de software que tiene como base la solución AutoCAD Map 3D de Autodesk.

PLURCAD permite, en primer lugar, que los redactores de planeamiento cumplan con la ITPLAN, y en segundo lugar que puedan automatizar la información a presentar así como cualquier cambio y/o modificación. Con esta herramienta les resulta más fácil la redacción, definición y codificación de los elementos del suelo como clasificación, catalogación, definición de ordenanzas etc. Además, se aseguran la compatibilidad entre datos alfanuméricos y datos geográficos ya que PLURCAD está basado en AutoCAD y AutoCAD Map 3D, la solución de Autodesk basada en tecnología SIG.

De acuerdo con Alberto González, Jefe del Centro de Información Territorial dependiente de la Dirección General de Urbanismo y Política de Suelo, "hemos reducido el tiempo y el esfuerzo que los redactores de planeamiento tenían que dedicar a la adopción de la nueva normativa. La elabo-

ración de una nueva herramienta sobre AutoCAD Map 3D, y los cursos impartidos sobre su uso y manejo en diversos municipios de Castilla y León, han sido claves para lograr la eficiencia en la implantación del proyecto."

### Resultados

La implantación del proyecto NORMAPLUR aporta transparencia a la gestión urbanística de la Junta de Castilla y León, y se ha convertido en una herramienta de consulta para que cualquier ciudadano, arquitecto o promotor, pueda utilizarlo y conocer la organización y gestión del planeamiento urbanístico que se está llevando a cabo en su municipio. En este momento de fuerte exigencia de transparencia en el sector inmobiliario, los ciudadanos agradecen la nitidez y claridad que la Consejería de Fomento de la Junta de Castilla y León está reflejando con el establecimiento y desarrollo del proyecto. Su facilidad de manejo y su enfoque ha suscitado el interés de otras Comunidades Autónomas en su implantación.

Gracias a este proyecto, la Consejería de Fomento de la Junta de Castilla y León, satisface la necesidad de información urbanística de los ciudadanos, asegura una normalización del planeamiento urbanístico para toda la Comunidad y dispone de una herramienta que le permite obtener documentación finalizada en dos formatos, PDF y GML. La preocupación de la Consejería de Fomento por garantizar la correspondencia entre la documentación digital y los planos impresos, ha llevado a desarrollar en PLURCAD un código único para cada impresión PDF que asegura la concordancia de planos y documentos y garantiza la seguridad y validez jurídica de los mismos. El otro formato utilizado es el GML, dimensión digital de información geográfica que permite importarlo desde cualquier programa SIG.

Ángel María Marinero, Director General de Urbanismo y Política de Suelo de la Consejería de Fomento, afirma "el proyecto se ha convertido en una respuesta a la demanda social de transparencia urbanística. Los redactores de planeamiento y técnicos sectoriales de la Junta de Castilla y León han acogido positivamente NORMAPLUR y valoran el esfuerzo realizado por la Consejería de Fomento. Ahora todos, ciudadanos, arquitectos, constructores y técnicos municipales pueden conocer el planeamiento urbanístico general vigente en su municipio".

## DIRECCIONES DE INTERÉS

### ApliCAD

Aplicaciones de CAD, CAM y GIS

[www.aplicad.com](http://www.aplicad.com)  
[gis@aplicad.com](mailto:gis@aplicad.com)

Valencia: Ronda Narciso Monturiol, 6 - Parque Tecnológico - Tel. 963134035  
Castellón: C/ M<sup>o</sup> Teresa González 26 Enllo. Tel. 964724870

### Autodesk

Authorized System Center

- Distribución, formación, soporte técnico y programación a medida sobre Autodesk Map y Autodesk MapGuide
- Aplicaciones Catastrales
- Dirección de Proyectos GIS



-Geoingeniería.

-Consultoría en Sistemas de Información.

-Soluciones SIG para la Administración.

E-mail: [gis@summa-eng.com](mailto:gis@summa-eng.com)

Passeig Pere III 19 08240 MANRESA Tel 93 872 42 00

# Mapoteca Digital. Un servicio de Información Geográfica Temática Georreferenciada

Lic. Ana Elena Lambert Hernández; \*Barrié, A.J., de la Colina, A., \*Molina, B., \*Mosquera, C., \*Lorenzo C., \*Fernández, D., \*Jiménez, E., \*Budiño E., \*Piedra, F., \*Tamarit, I., \*Goodridge, L., \*Díaz, L., \*Toledo, M., \*Palet, M., \*Ribot, M., \*Novua, O., \*Rodríguez, P.M., \*Mendes, S., \*Valera, Y., \*Hernández, Y., \*\*\*Carrillo, D. J., \*Castelo, D., \*\*Carmona, F., \*\*Álvarez, I. \*Abraham, A.M., \*Martínez, C., \*Institución: Instituto de Geografía Tropical. País: Cuba.  
\*\*Institución: CITMATEL. \*\*\*Institución: Instituto de Geología y Paleontología (IGP).

## Resumen

La implementación de un sistema gestor de información geográfica temática georreferenciada se corresponde con los objetivos del proceso de informatización de la sociedad cubana y del Programa Ramal del Desarrollo de la Red de la Ciencia en Cuba.

Debido al auge de la cultura integral general, se dio la necesidad de poner en conocimiento de las amplias masas de la población, datos geográficos de interés. Para ello nos trazamos "Diseñar, organizar e implementar un servicio de información geográfica temática georreferenciada. Mapoteca Digital en Web" y "Publicar mapas temáticos, referentes a las investigaciones realizadas en el Instituto de Geografía Tropical (IGT) y otras instituciones." La metodología aplicada a los datos tuvo el objetivo de lograr su interoperabilidad en un Servidor de Mapas en Red para su visualización, navegación y consulta. Dicha metodología se centra especialmente en la transformación de archivos no georreferenciados a georreferenciados para su posterior inclusión en el Servidor de Mapas; por lo que La Mapoteca Digital brinda servicios de mapas temáticos digitales con sus respectivos metadatos de obras publicadas que tuvo como resultados en una primera etapa: la Creación de los metadatos (METAGEO) bajo las normas ISO 19115, la confección del manual de usuario del METAGEO y la confección de documento normativo para la revisión de los mapas temáticos. Las ventajas de la implementación de esta mapoteca fueron: la obtención de un Visualizador de Mapas propio, Interacción del usuario con el sistema (capas, bases de datos) de forma sencilla, entre otras.

## ABSTRACT

The implementation of a management system for geographical thematic information georeferenced is according with the goals of the process of informatics for the Cuban society and the Branch Program for the Development of the Net of the Science in Cuba. Due to the rise in integral general culture, emerge the necessity to put, available geographical data of interest, on knowledge for population's wide masses. In order to accomplish this we trace a plan for "Design, organize and implementing a service of geographical thematic information georeferenced, a "Mapoteca Digital" on the Web and to publish thematic maps, relating to the investigations carried out in the Institute of Tropical Geography (IGT) and other institutions". The methodology applied to the data had the objective of achieving its operability on a Server for Maps on the Net for its visualization, sailing and consulting. This methodology is especially focused in the transformation of non-georeferenced files for its later inclusion in the Maps Server; the «Mapoteca Digital» offers digital thematic maps with its respective metadata of published works. In a first stage it has had as results: the creation of a metadata ("METAGEO") under ISO 19115 standards, the making of the User's Manual of the "METAGEO" and the making of normative for the review of the thematic maps. The advantages of the implementation of this "Mapoteca" was the obtaining of ours own maps viewer and a simple user's Interaction with the system (layers, databases, etc), among others.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los países de Iberoamérica, al igual que el resto del mundo, enfrentan retos nacionales cuya solución se soporta, cada vez más, en la aplicación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Por otra parte, la importancia de la componente geoespacial en la sociedad es reconocida universalmente al afirmarse que entre el 80 y el 90 % de toda la información involucrada en la toma de decisiones de los gobiernos, es georeferenciada. Así mismo, recientes reportes analizan la incidencia de la información geográfica para el enfrentamiento de los grandes retos que hoy tiene la humanidad. Entre los campos donde la tecnología espacial puede ser particularmente útil, se destaca el reto ante problemas ambientales, incluyendo desastres naturales y el uso de recursos.

Como parte de la evolución de las Tecnologías de Información y las Comunicaciones, ha emergido un tipo particular de Infraestructuras de Información, conocida como infraestructura de Datos Espaciales (IDE), distinción que se hace necesaria por la complejidad que le confiere su naturaleza geoespacial. Las IDEs son también el resultado de la evolución de los Sistemas de Información Geográfica (SIG); los cuales, desde su surgimiento en la década de los 60 se orientaban a proyectos y se limitaban al trabajo aislado en una computadora; al ir incrementando la distribución de la información en entornos multiusuarios, primero a nivel departamental, corporativo, hasta llegar al gran reto de compartir la información geográfica a nivel de toda la sociedad (Delgado, 2005).

Cuba en los últimos años está realizando importantes esfuerzos en el proceso de informatización de la sociedad. Dentro del mismo está desarrollando la Infraestructura de Datos Espaciales de la República de Cuba (IDERC), tarea coordinada por la Oficina Nacional de Hidrografía y Geodesia (ONHG) del Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (MINFAR) y por el Ministerio de la Informática y las Comunicaciones (MIC).

Por lo anteriormente expuesto, la implementación de este Sistema Gestor de Información Geográfica Temática Georreferenciada (Mapoteca Digital) se corresponde con los objetivos e intereses generales y específicos del proceso de informatización de la sociedad cubana y del Programa Ramal del Desarrollo de la Red de la Ciencia en Cuba. <http://www.redciencia.cu/> La Mapoteca Digital se hospeda en el portal de la Red de la Ciencia, (Fig.1) esta se inicia como un visualizador de mapas temáticos, (Fig.2) que su búsqueda pueden ser a través de sus metadatos.



Fig.2 Visualizador de mapas Mapoteca Digital



Fig.1 Portal de la Red de la Ciencia

Estos mapas son resultados de investigaciones desarrolladas en el Instituto de Geografía Tropical de Cuba y otras instituciones del país. Además constituyen no sólo un arsenal de recopilación de conocimientos geográficos, sino también un medio efectivo para su divulgación y el auge de la cultura integral general; al poner a disposición de todos los usuarios de la red datos geográficos de interés de Cuba y del resto del mundo.

La implementación de un Servicio de Información Geográfica Temática Georreferenciada, esta compuesta por cinco partes estrechamente interrelacionadas: los actores, los datos, tecnología, las políticas y los estándares.

- Los actores son los usuarios individuales o corporativos, los productores de datos.
- Los datos representan la materia prima del sistema y constituyen los antecedentes geoespaciales, ya sean espaciales o alfanuméricos.
- La tecnología es el medio a través del cual los datos se ponen al acceso de la comunidad en correspondencia con las políticas dentro del marco institucional y de acuerdo con los estándares técnicos, incluye redes de acceso y Sistemas de Información Geográfica (SIG), entre otros.
- El desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) y las redes de acceso propician que se desarrollen políticas (marco legal) y acuerdos administrativos para generar, mantener y acceder a los datos.
- Los estándares permiten unificar las características técnicas de los datos y obtener formatos de intercambio que faciliten el acceso y transferencia de ellos.

Como medio de investigación científica, el valor de los mapas geográficos no se limita a la localización de los fenómenos, sino que constituye una excelente base de datos que permite obtener todos los argumentos para una mejor y más rápida toma de decisio-

nes. Por estos motivos el objetivo principal de este proyecto es:

"Diseñar, organizar e implementar un servicio de información geográfica temática georreferenciada. Mapoteca Digital en Web" y "Publicar mapas temáticos, referentes a las investigaciones realizadas en el Instituto de Geografía Tropical de Cuba (IGT) y otras instituciones."

## 2. MATERIALES Y METODOS

La metodología de trabajo utilizada, para lograr el objetivo planteado fue la siguiente y se aplicó a partir de la creación de grupos de trabajos facultados en:

### 2.1.1. BÚSQUEDA, ADQUISICIÓN Y SELECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Este grupo se ocupa de recopilar la información temática que ha sido generada en los proyectos, decidir con los Jefes de proyectos y autores principales, cuales mapas serán de mayor interés e importancia para ser publicados, bajo los criterios de estándares requeridos para su visualización.

### 2.1.2. REVISORES

Este grupo se encarga de la revisión de los posibles errores que tengan los mapas temáticos (Fig.3), generados en los proyectos como, color de elementos del mapa, bases de datos incompletas, errores de digitalización, duplicidad de información vectorial, etc. La revisión se lleva a cabo de la siguiente manera.

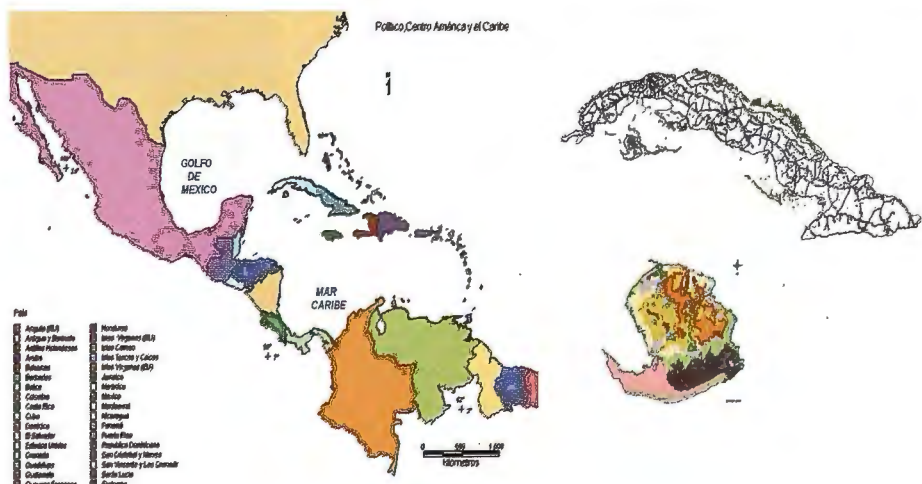


Fig.3 Mapas temáticos generados en los proyectos.

o Se trabajó con las normas establecidas para la edición y corrección de los mapas.

o En cuanto a la GEOREFERENCIACIÓN: Se consideró tener en cuenta que los mapas posean el sistema de coordenadas adecuado (NAD27 para toda Cuba, Norte o Cuba Sur) u otro según sea el caso.

o LIMPIEZA DEL DIBUJO: Depuración y limpieza de la cartografía, teniendo en cuenta, agrupación de nodos, creación de nodos, eliminación de falsos nodos, intersecciones y elementos flotantes, duplicidad de información.

o TOPOLOGÍA: Creación de topología de nodos, líneas y polígonos.

o BASE DE DATOS: Estandarización de las bases de datos. Verificar los nombres de los campos según normas. Editar los atributos incompletos, con errores, etc.

Función del Quantum GIS (qgis) Versión 8.1-Titan Se utilizo el Quantum GIS (o QGIS), se muestra en la (Fig.4), es un Sistema de Información Geográfica (SIG) de código libre para plataformas Linux, Unix, Mac OS y Microsoft Windows.

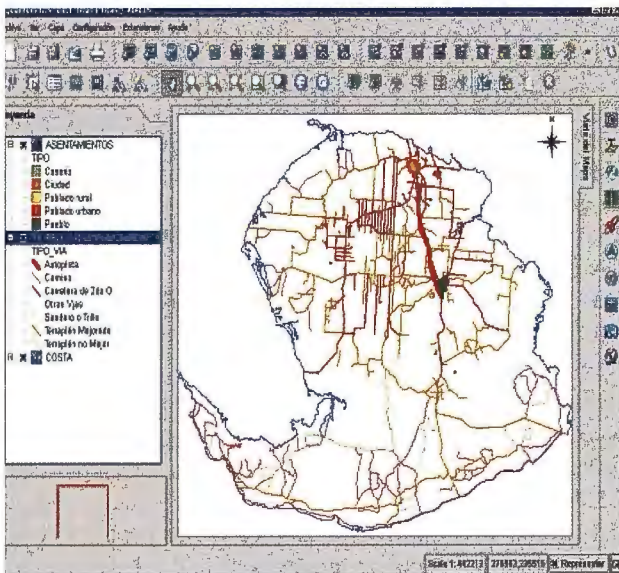


Fig.4 Quantum GIS (qgis) Versión 8.1- Titan.

La misma permite manejar formatos raster, vectoriales y bases de datos. Admite la creación de mapas temáticos y la exportación de ficheros.map, entendibles por la plataforma MapServer, donde está soportada la programación del Visualizador de mapas.

### 2.1.3. METAGEO

El METAGEO es la metadata del IGT, se muestra en la (Fig.5) confeccionada en Microsoft Access, estandarizado bajo las Normas ISO 19115, a través del cual se carga la información de las capas de un mapa, referente a:

- Identificación,
- Calidad,
- Responsable,
- Contacto,
- Antecedentes,
- Referencia Espacial,
- Distribución.

El METAGEO es la metadata del IGT



Fig.5 El METAGEO del IGT

### 2.1.4. CONSEJO ASESOR DE GEOMÁTICA

El Consejo Asesor de Geomática, es el encargado de validar que la información a publicar en el visor, cumpla con el rigor científico y con una buena redacción cartográfica.

### 2.2. MATERIALES:

Se emplearon diferentes softwares (ACAD Map, Mapinfo, Arc View, Quantum GIS) para

la estandarización de los datos disponibles. La incorporación del MapScript que unido al diseño de la nueva interfaz constituyen los rasgos distintivos de la nueva propuesta para la primera versión. Códigos HTML, Javascript, PHP, MySQL y software Mapserver fueron empleados en el desarrollo de la versión experimental.

Se eligió esta alternativa del visualizador de mapas Mapserver frente a otras, tales como los Sistemas de Información Geográficos tradicionales, porque al mismo tiempo que permite la administración y visualización, es posible publicitar la información deseada a través de los administradores del sitio que en nuestro caso estamos disponibles en Instituto de Geografía Tropical ([www.geotech.cu](http://www.geotech.cu)). De esta forma sin ser necesaria la instalación de algún software los usuarios no especializados podrán visualizar y consultar la Información Geográfica a través de nuestra página Web de la Mapoteca Digital Fig.6 ([www.sig.redciencia.cu](http://www.sig.redciencia.cu)).

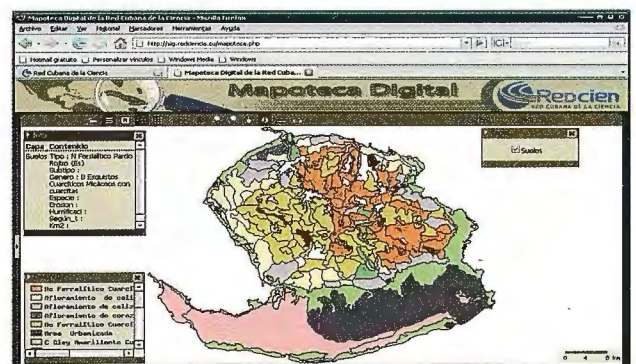


Fig.6 página Web de la Mapoteca Digital

## RESULTADOS

Los servicios brindados no solo se resume a mapas temáticos digitales con sus respectivos metadatos, estos abarcan una variada gama de ofertas en las que se encuentran como resultados:

- Implementación de la Mapoteca Digital que permite la interacción del usuario con el sistema donde podrá acceder a: (capas, bases de datos)
- Información Geográfica Básica: Límites políticos-administrativos, curvas de nivel, redes técnicas y viales, hidrografía y asentamientos poblacionales, a escalas 1:100.000, 1:50.000 y 1:1.000.000, Modelo Digital de Elevación (resolución de 25m por píxel).
- Información generada por los proyectos desarrollados en el Instituto Geografía Tropical de Cuba: medioambiental, socioeconómico y naturales.
- Implementación de la meta data "METAGEO" del IGT, estandarizado bajo las Normas internacionales ISO 19115, con las planillas de captura y una Guía para su uso y manejo donde se recoge la Política y Prioridades de los metadatos (Grupo de Trabajos, Compilación de datos, Plan de Mantenimiento, Almacenaje, Acceso a los metadatos, Implantación de normas internacionales).
- Cursos de Posgrados de Metadatos Geoespaciales Digitales, (Fig.7) que dentro de sus objetivos principales se encuentran los nuevos conceptos relacionados con la (Infraestructura de Datos Geoespaciales-IDE) y su importancia en la actualidad, además se da a conocer los datos básicos a introducir por los proveedores de datos en la planilla de compilación.

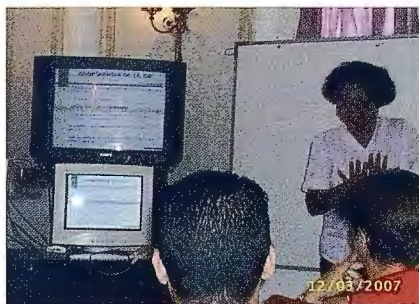


Fig.7. Curso de Metadatos Geoespaciales impartidos en el IGT



- Documento normativo para la revisión de los nuevos mapas temáticos, que serán introducidos en el visualizador.
- Elaboración de la Comunidad Virtual "CV Geografía" (Fig.9) dentro del Proyecto de Comunidades Virtuales de la Red de la Ciencia en Cuba.

## CONCLUSIONES

Se obtuvo un Visualizador de Mapas propio para la publicación de Mapas Temáticos online. La Mapoteca Digital permite la interacción del usuario con el sistema (capas, bases de datos) de forma sencilla. Conocimiento de las zonas del país que han sido estudiadas, toma de decisiones a niveles de gobier-



Fig.8 Comunidades Virtuales



Fig.9 Comunidad Virtual "CV Geografía"

nó, empresas, instituciones. Intercambio entre la comunidad científica. Generación de ideas y proyectos. Estandarización y unificación de formatos. Creación de metodología de trabajo. Para logra poner en marcha el visor una de las primeras dificultades encontradas para la operabilidad del visualizador de mapas MapServer en su primera etapa fue la entrada automática de los colores de los mapas, y con la ayuda del software Quantum GIS (o QGIS), es un Sistema de Información Geográfica (SIG) de código libre para plataformas Linux, Unix, Mac OS y Microsoft Windows descargado de Internet, nos permitió la creación de mapas temáticos de forma automática y la exportación de ficheros.map, entendibles por la plataforma MapServer, donde está soportada la programación del Visualizador de mapas.

## BIBLIOGRAFÍA.

(en línea). Disponible en: [http://www.mappinginteractivo.com/plantillaante.asp?id\\_articulo=199](http://www.mappinginteractivo.com/plantillaante.asp?id_articulo=199) (Consultado: 25/10/2006)

(en línea). Disponible en: [http://www.mappinginteractivo.com/plantillaante.asp?id\\_articulo=659](http://www.mappinginteractivo.com/plantillaante.asp?id_articulo=659) (Consultado: 25/10/2006)

DM Solutions Group. (en línea). Disponible en: <http://www.dmsolutions.ca/>

<http://europa.eu.int/comm/environment/life/home.htm>

Manso, M.A. y Bernabé, M.A. (2005) Open Source componets for geospatial portal.In: International Cartographic Conference. (en línea). Disponible en: <http://www.icc2005.org/html/oralposters/schedule.pdf>

Manual del usuario de AutoCADMap. 2004

MapFile Reference - MapServer 4.0. (en línea). Disponible en: <http://mapserver.gis.umn.edu/doc40/mapfile-reference.html>

MapServer. (en línea). Disponible en: <http://mapserver.gis.umn.edu/>

Open Geospatial Consortium (OGC). (en línea). Disponible en: <http://opengeospatial.org>

Open Source. (en línea). Disponible en: <http://www.opensource.org/>

PostGIS. (en línea). Disponible en: <http://postgis.refractory.net/>

PostgreSQL. (en línea). Disponible en: <http://www.postgresql.org/>

Proyecto LIFE TIERMES: VALLE DEL TIERMES - CARACENA (TIERMES-CARACENA VALLEY LIFE 03 ENV/E/000161) (en línea). Disponible en: <http://lifetiernes.net>

Servidor de Mapas IDEC. (en línea). Disponible en: [http://www.geoportaledic.net/geoportal/cas/wmscas\\_help.html](http://www.geoportaledic.net/geoportal/cas/wmscas_help.html)

University of Minnesota. (en línea). Disponible en: <http://www.umn.edu>

Yacimiento Arqueológico de Tiermes. (en línea). Disponible en: <http://tiermes.net>



CONVOCADO POR LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN  
DE LA UNIVERSIDAD DE JAÉN

# IX PREMIO INTERNACIONAL FRANCISCO COELLO

Para proyectos fin de carrera en el ámbito  
de la cartografía y ciencias afines

*El Vicerrectorado de Extensión Universitaria y la Escuela Politécnica Superior de Jaén, de la Universidad de Jaén (España), convocan en honor de D. Francisco Coello de Portugal y Quesada, introductor de la Cartografía moderna en España y fructífero cartógrafo, el «Premio Internacional Francisco de Coello para Proyectos Fin de Carrera en el ámbito de la Cartografía y Ciencias Afines», en su novena edición, según las siguientes bases*



## ÁMBITO

El ámbito del Premio alcanza a toda la comunidad universitaria. Podrán participar los alumnos de Escuelas Técnicas que hayan presentado su proyecto de fin de carrera (o trabajo equivalente), con posterioridad al año 2005, en alguno de los siguientes ámbitos: Cartografía, Geodesia, Topografía, Fotogrametría, Catastro, Sistemas de Información Geográfica, Teledetección, Ordenación Territorial, Instrumentación, etc.

## PRESENTACIÓN

- El proyecto a presentar al concurso será el que sirvió de base para alcanzar la titulación correspondiente.
- El documento original podrá presentarse redactado en español o en inglés.
- El documento se presentará escrito, en formato DIN-A4, y la información gráfica, en su caso, a la escala adecuada y en un anejo propio.
- El documento que se presente podrá llevar el nombre del autor, lugar de procedencia, su tutoría, la escuela o cualquier dato aclaratorio que figure en el original.
- Los participantes de fuera de España podrán remitir la documentación en formato .pdf y en soporte digital (CD o DVD), junto con una certificación de su autenticidad emitida por el centro universitario en el que se presentó.

## PREMIOS

- Se establecen dos modalidades. En la primera concursarán aquellos proyectos que hayan servido para la obtención de un título de grado medio y en la segunda concursarán aquellos proyectos que hayan servido para la obtención de un título de grado superior.
- La dotación económica de cada uno de los premios, en cada modalidad, se establece en 1.500 euros. A los que se añadirá material y equipos procedentes de las diversas entidades colaboradoras: bibliografía, bases cartográficas digitales e instrumentación, aportados por dichas entidades.
- El tribunal calificador podrá decidir la concesión de cualquiera de los premios a más de un concursante, en cuyo caso, la dotación será repartido entre los ganadores.
- Los premios se otorgarán a los proyectos, con independencia del número de alumnos redactores.
- Se expedirá un certificado a los directores-tutores de los proyectos premiados en el que se reconoce su labor.

## CERTIFICADOS

Todos los participantes recibirán un certificado de participación.

## PLAZO

El plazo para la presentación de los documentos finalizará a las 14 horas del día 31 de octubre de 2008.

## JURADO

Formado por profesores universitarios y profesionales de reconocido prestigio relacionados con las materias juzgadas.

## FALLO

El resultado del concurso se hará público el día 13 de noviembre de 2008.

La entrega de premios se llevará a cabo el día 21 de noviembre de 2008, en la Universidad de Jaén.

El fallo del jurado será inapelable.

## PROCEDIMIENTO

- Todos los interesados que cumplan los requisitos del concurso podrán participar en él, remitiendo sus proyectos a la dirección que se indica.
- En el concurso no podrán participar aquellos proyectos premiados en ediciones anteriores.
- Los trabajos se presentarán junto con un sobre cerrado, en cuyo interior deberá incluirse la identificación completa del-los concursante-s (nombre, dirección, número de teléfono de contacto, correo electrónico y copia del NIF o Cédula de identificación personal) y una fotocopia compulsada del Título o, en su defecto, del resguardo compulsado de haber solicitado su expedición.
- Una vez evaluados los proyectos, y levantada acta de dicha evaluación, se comunicará por medio de la web de la Universidad de Jaén el resultado de la misma y se les notificará a los ganadores para que asistan al acto público de entrega de los premios.
- Todos los originales pasarán a engrosar los fondos de la Biblioteca de la Escuela Politécnica Superior de Jaén.
- La participación en el concurso implica la aceptación expresa de estas bases.

El transporte (en el ámbito de España) de los proyectos fin de carrera que participen en el Premio correrá a cargo de la Agencia MRW, sin coste económico para el participante. Para ello deberán ponerse en contacto con la misma en el teléfono 902 300 400 o a través de la página [www.mrw.es](http://www.mrw.es).

## COMUNICACIONES

Dirección para las comunicaciones, remisión de los documentos y cualquier tipo de consulta aclaratoria.

Premio Internacional Francisco Coello  
Escuela Politécnica Superior de Jaén,  
Universidad de Jaén (España)  
Campus Las Lagunillas, s/n.,  
Edificio B5, Jaén – 23071 - España  
Tlf. +34 953-212424 / Fax: + 34 953-212400  
<http://www.coello.ujaen.es/coello/index.html>  
[coello@ujaen.es](mailto:coello@ujaen.es)



# Catastro Especializado en la agricultura cañera en Cuba: antecedentes, creación y relación con el Catastro Nacional

MSc Felipe Samuel Kelly, GEOCUBA Investigación y Consultoría  
Ing. Inés Reyes Alonso, GEOCUBA Investigación y Consultoría  
XII Convención y Expo. Internacional

## RESUMEN

El trabajo recoge las particularidades técnico organizativas establecidas para la creación del Catastro Especializado en la agricultura cañera y su implementación en un Sistema de Información Geográfica, utilizando como base cartográfica el Mapa Oficial del Catastro Nacional a escala 1:10 000, proponiendo un resultado homogéneo en todo el país según las necesidades actuales de información del Ministerio de la Industria Azucarera.

Promueve la introducción de elementos topográficos al mapa catastral especializado útiles en los análisis de evaluación, uso y manejo de la tierra.

Detalla las formas de representar la información especializada del cultivo de la caña de azúcar.

Propone la vinculación del Catastro Especializado como Subsistema Informativo del Sistema Informativo del Catastro Nacional.

**Palabras claves:** Catastro Especializado, Sistema de Información Geográfica.

## 1. INTRODUCCIÓN

La creación del Catastro Nacional en Cuba (CNC) proporciona un registro gráfico y literal sobre el uso, tenencia y extensión de la tierra, que permitió establecer con el rigor técnico y la sistematicidad necesaria, el adecuado control e información sobre los cambios que se producen en este recurso tan importante, sirviendo a su vez como base para el cumplimiento de múltiples objetivos.

Actualmente y teniendo en cuenta la necesidad del estado del empleo de los datos catastrales de manera eficiente con carácter multifinilar en función del Registro de la Propiedad, para el cálculo del valor catastral de inmuebles urbanos y rurales, así como para la emisión de certificados catastrales y otras tareas de carácter económico se ha impuesto la necesidad de trazar una línea de trabajo para los próximos años que sea capaz de satisfacer el empleo de la información catastral con fines económicos, fiscales y jurídicos.

De tal manera el Catastro Nacional debe ser capaz de satisfacer las demandas del estado y la economía con eficiencia y calidad con el empleo de una tecnología que garantice la veracidad y fácil manejo de sus datos, para esto se impone la necesidad de introducir de forma paulatina el Sistema Informativo para el Catastro Rural a todos los municipios del país garantizando el flujo de información entre todos los usuarios del sistema, incluyendo a GEOCUBA que además, posibilita obtener y procesar la información catastral

que necesitan los Ministerios de la Agricultura, del Azúcar, de Justicia y la Oficina Nacional de Estadística como usuarios principales del sistema logrando el necesario vínculo de la información gráfica y literal en una única base de datos.

## 2. EL PROYECTO PARA LA CREACIÓN DEL CATASTRO ESPECIALIZADO EN LA AGRICULTURA CAÑERA

### 2.1 Antecedentes

Hoy, con el desarrollo de un sistema informativo automatizado para el Catastro Nacional, la situación se torna diferente pues garantiza la necesaria vinculación entre los datos gráficos y literales y su mantenimiento actualizado. Sin embargo los datos catastrales no llegan a satisfacer las necesidades particulares de cada usuario y es por ello que el desarrollo del Catastro Especializado cobra un interés adicional, más aun en el proceso de reordenamiento territorial que lleva a cabo el Ministerio del Azúcar.

A principios de los años 90 en nuestro país se emplea la información catastral como base para la creación de los registros especializados para la agricultura cañera. Estos registros se realizaron de forma analógica, empleando diferentes recursos en cada territorio del país y en muchos casos la entrega de los resultados se realizó de forma manual sin que existiera una política definida en cuanto al mantenimiento actualizado de los datos. El deterioro de estos materiales y el grado de desactualización de los mismos los hace en la mayoría de los casos inutilizables.

### 2.2 Etapas previstas para la creación del Catastro Especializado en la agricultura cañera.

Como respuesta a la necesidad del Ministerio del Azúcar de emplear la información catastral en el reordenamiento de sus áreas se desarrolla un Proyecto Técnico General para la creación del Catastro Especializado en la agricultura cañera que incluye la redacción de una Metodología que garantice uniformar los criterios cartográficos, contenido de la información y forma de presentación de los mismos para su implementación en un Sistema de Información Geográfica.

El proyecto ha sido diseñado de forma tal que el Catastro Especializado en la Agricultura Cañera tome como base los datos catastrales que se mantendrán actualizados a través del Sistema Informativo, a los cuales se les adicio-

ará la información específica relacionada con el cultivo de la caña de azúcar y determinados elementos topográficos del terreno tales como el relieve que hasta ahora no está incluido en la base de datos catastral.

A partir de lo anterior, el proyecto incluye varias etapas de trabajo que de forma general se describen a continuación.

### 2.2.1. Trabajos de coordinación y preparación.

Teniendo en cuenta que la organización encargada del mantenimiento actualizado del Catastro no coincide con el poseedor de las tierras objeto de estudio, se presta especial atención a esta etapa de trabajo donde se organiza la cooperación entre entidades incluyendo responsabilidades, aseguramientos, etapas de trabajo, recopilación de los materiales iniciales, capacitación de personal etc.

En sentido general será necesario establecer las relaciones de trabajo y colaboración entre la dirección de la entidad a estudiar y la dirección de la unidad ejecutora de forma tal que garanticen el cumplimiento de los objetivos de los trabajos.

### 2.2.2. Investigación Catastral.

Uno de los objetivos de este proyecto es el levantamiento y procesamiento digital de toda la información de cada una de las unidades azucareras y en especial de los datos relacionados con el cultivo de la Caña de Azúcar. Es por ello que cobra especial interés el trabajo de Investigación Catastral ya que es el proceso donde se obtiene toda la información directamente en el terreno.

Es importante definir claramente los elementos areales que formarán parte del Sistema de Información geográfica y es por ello que se cumplen procesos tales como:

Comprobar la delimitación de la estructura técnica organizativa y la tenencia existente en la Empresa Azucarera. Para esto se verificaran y representaran los límites de todas las Unidades Productivas, campesinos asociados o no a Cooperativas de Crédito y Servicios, tenentes estatales que posean otras parcelas dentro del límite de la Empresa Azucarera.

Se investigan los límites de los bloques cañeros y de cada campo de caña. Estos últimos se representan por los vértices que lo definen, dejando fuera de sus áreas los espacios que no se siembran realmente de caña, como las guardarrayas y canales con menos de 6 metros de ancho. El bloque se considera la unidad básica en la agricultura cañera y puede incluir parcelas de diferentes usos y tenentes.

Toda la superficie mapificada debe estar representada dentro de un bloque cañero.

Todas las parcelas del catastro nacional mantendrán su enumeración, independientemente del uso que tengan. Los bloques y campos de caña se enumerarán según defina la Empresa Azucarera.

### 2.2.3. Confección del mapa del Catastro Especializado en formato digital.

El Mapa Catastral Especializado constituye la base cartográfica para su implementación en el SIG y los datos se llevan a formato digital mediante los tradicionales procesos de escaneo y georreferenciación de los materiales cartográficos.

Los niveles de información para la vectorización se predeterminan para lograr la organización deseada. El proceso

de Vectorización se realiza comenzando por los elementos areales mas externos, desde los límites de las Empresas Azucareras, hasta la unidad de superficie menor que lo constituye el campo de caña.

Además se tienen en cuenta los elementos lineales entre los que se destacan la hidrografía, red vial, red eléctrica o telefónica, límite municipal y otros.

Por su parte el relieve se incluye dentro del área geográfica a mapificar, para esto se representan las curvas de nivel sin interrupción alguna a través de todos los elementos representados en el interior de cada Unidad Productiva vinculándose la altura de las mismas.

Por último se incorporarán los elementos puntuales, rotulado etc.

Es importante que el desarrollo de este proceso constituya una fuente de información para garantizar la actualización de los datos recogidos en el Catastro del Territorio.

### 2.2.4. Implementación en el Sistema de Información Geográfica.

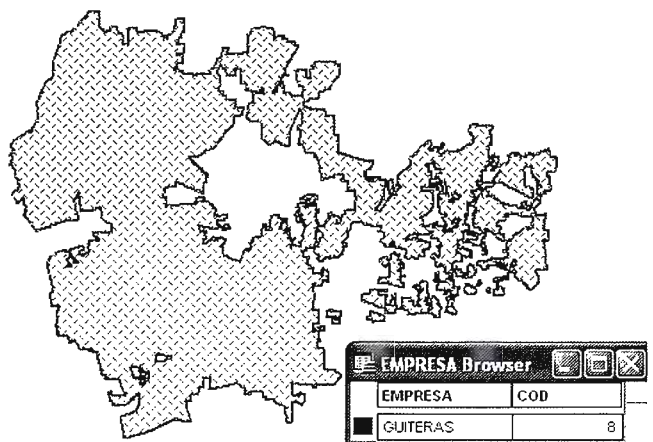
Durante este proceso se prevé importar al Sistema de Información Geográfica la base grafica digital obtenida creando las capas necesarias con la estructura prevista para cada nivel de información.

Por otra parte, la información literal asociada a la cartografía básicamente se obtiene de la Base de Datos del Catastro Nacional (BD) de los municipios implicados es por ello que se obtiene dicha base de datos para su procesamiento y creación de la estructura deseada.

Se crean las tablas de datos de las capas especializadas según la estructura predeterminada y se llenan las mismas.

### 2.2.5. El Mapa Catastral especializado. RESULTADOS ESPERADOS

Se emplean símbolos convencionales específicos para el Catastro Especializado previamente elaborados. Las dimensiones del mapa especializado estarán en correspondencia con la extensión y configuración de la Empresa Azucarera. Las siguientes figuras muestran la representación de los principales elementos areales especializados.



Límites de la Empresa Azucarera Antonio Guiteras

El límite de la Empresa Azucarera constituye una de las capas areales que garantiza la correspondencia entre el límite y el área de la empresa en el Sistema del MINAZ y en el Sistema Informativo del Catastro Nacional.



### 3. LA RELACION ENTRE EL CATASTRO NACIONAL Y SISTEMA ESPECIALIZADO PARA LA AGRICULTURA CAÑERA

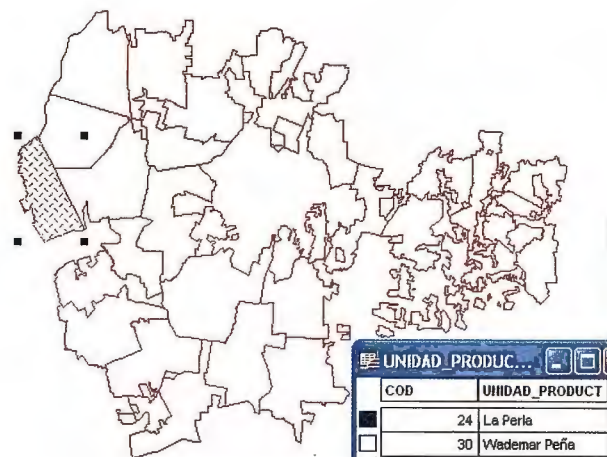
Como ya se explicó anteriormente, el sistema Informativo del Catastro Nacional es la fuente principal de información estadística sobre uso y tenencia de la tierra mientras que el MINAZ es uno de los principales poseedores de tierra en Cuba y en especial dedicadas a nuestro principal cultivo: la caña de azúcar.

Precisamente el proyecto actual emplea los datos del Catastro Nacional como base de información como una forma de integración del subsistema del MINAZ al Sistema Informativo del Catastro Nacional

El Sistema actual del MINAZ incluye toda la cartografía de las empresas, constituyendo la base para el desarrollo de una agricultura de precisión como la que necesita la agricultura cañera del país.

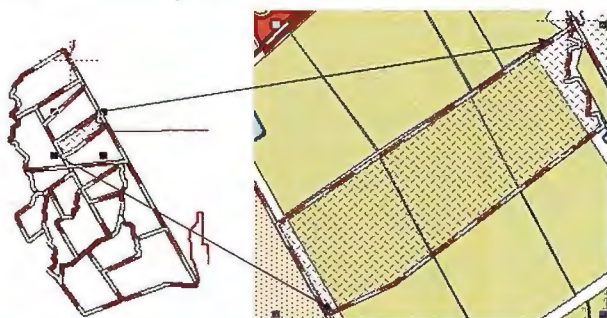
Es por ello que ha surgido el Catastro Especializado donde la cartografía que se propone es la cartografía catastral con los datos especializados relacionados con la caña de azucar.

Hasta ahora el sistema del MINAZ ha utilizado diferentes bases cartográficas lo cual no garantiza la necesaria compatibilidad entre los datos. El proyecto actual es capaz de vincular la cartografía catastral y la información especializada y tiene como fin establecer un campo común entre ambos sistemas asociado a la parcela que permita vincular y desvincular la información cuando sea necesario.



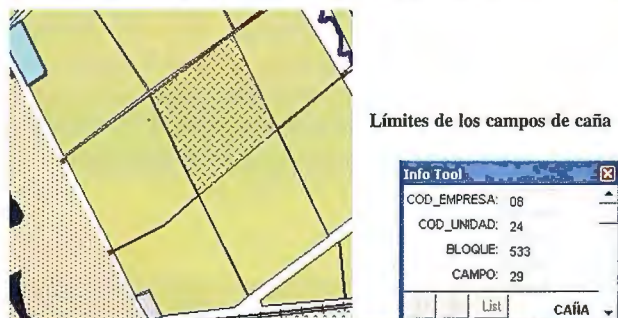
Límite de las Unidades Productivas

Cada una de las Unidades Productivas son poseedores del Catastro y están identificados en el Sistema Informativo del Catastro como tal, es necesario lograr la exacta coincidencia entre la información recogida en la base de datos del Catastro y el sistema del MINAZ.

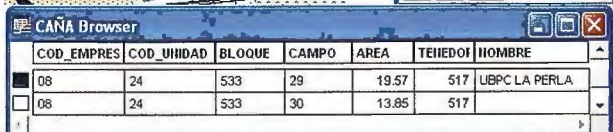


Límites de bloques

Los bloques no son unidades estructurales del Catastro pero los límites de los bloques coinciden con los límites de parcelas y deben ser utilizados para el control de las áreas.

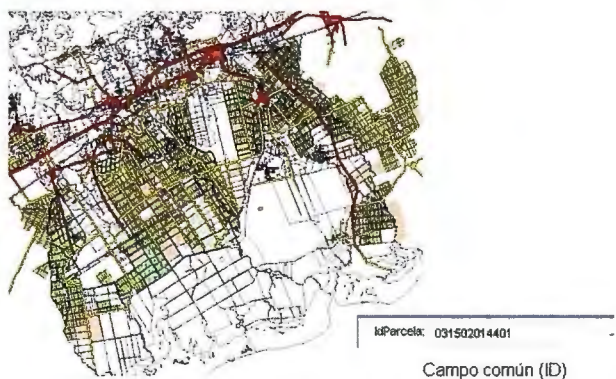


Límites de los campos de caña



Los campos de Caña son la estructura de la información especializada y están incluidos dentro de las parcelas del Catastro Nacional.

La presentación general del Catastro Especializado en la agricultura cañera se realiza en ficheros separados por cada una de las Empresas Azucareras, llevando el nombre de la Empresa en cuestión.



Ejemplo del Catastro Especializado de una empresa Azucarera y su relación con el Catastro del municipio

Como se puede apreciar, al lograr el empleo de la cartografía catastral será un primer paso en la integración de los datos especializados al Sistema informativo del Catastro Nacional.

El proyecto para la Creación del Catastro Especializado incluye una capa de información que para el Catastro se denomina Parcela mientras que para el Sistema del MINAZ se denomina Otros Usos pero que mantendrán un campo común ID.

Actualmente el proyecto para la creación del Catastro especializado se encuentra en fase de ejecución en varios territorios del País de igual forma la generalización del Sistema Informativo del Catastro Nacional está en proceso de desarrollo.

## Conclusiones

El nuevo sistema Informativo del Catastro Nacional forma parte de un proyecto de desarrollo del Catastro que se encuentra en proceso de implementación en el territorio nacional y constituye un paso importante en la adecuación del catastro a los fines fiscales y jurídicos que demanda el país.

Uno de los objetivos del proyecto incluye la generalización de los resultados a todo el territorio y la incorporación al sistema de todos los organismos que tienen incidencia en el control y desarrollo de la tierra como recurso esencial para el desarrollo.

La incorporación del MINAZ al sistema informativo constituye una necesidad en el desarrollo y ordenamiento territorial actual.

No es posible lograr la integración de ambos sistemas si no utilizamos una base catastral uniforme.

El mantenimiento actualizado de los datos del SICN debe servir de fuente para la actualización de los datos del Catastro Especializado y viceversa, es por ello que cobra importancia el mantenimiento de un campo común en los datos.

Actualmente se dan los pasos para la integración de otros usuarios al sistema.

Consideramos que el conocimiento de los elementos que componen el sistema informativo del Catastro Nacional así como los resultados que se han obtenido, puede servir de gran utilidad a los técnicos azucareros, empresarios y otros dirigentes en aras de contribuir a la integración del MINAZ al sistema para el control del fondo de tierras agrícolas en todo el país de manera eficiente y uniforme.

## BIBLIOGRAFÍA

- Norma Cubana 13-18:83 "Catastro Nacional".
- Norma Cubana 13-18:88 "Mapa Catastral Especificaciones de Calidad".
- Norma Cubana 57-22 "Símbolos Convencionales para el Catastro Nacional".
- Mapinfo Corporation, "Mapinfo Profesional Guía del Usuario", 2000.
- Farkas, Mikulas, "Manual de Catastro", Ministerio de Educación, 1990.
- GEOCUBA Geodesia, Proyecto General: Desarrollo del Catastro Nacional en Cuba,
- GEOCUBA Grupo Empresarial, Diagnóstico para la actividad de Catastro, 2002.
- GEOCUBA IC Proyecto General para la creación del Catastro Especializado en la Agricultura Cañera 2006
- F.S.Kelly, F.S.Rosette, Metodología para la creación de la base cartográfica digital del catastro nacional. UCT Geocuba IC
- F.S.Kelly, F.S.Rosette, Metodología para el tratamiento de la base de datos del catastro y su implementación en el SIGCAR. UCT Geocuba IC

## Noticias

### Blom lanza la fase inicial de la primera base de datos con imágenes oblicuas y ortográficas de las mayores ciudades de Europa del Este

*Las fotografías más recientes, completas y detalladas de Rumania formarán la primera fase de este proyecto único*

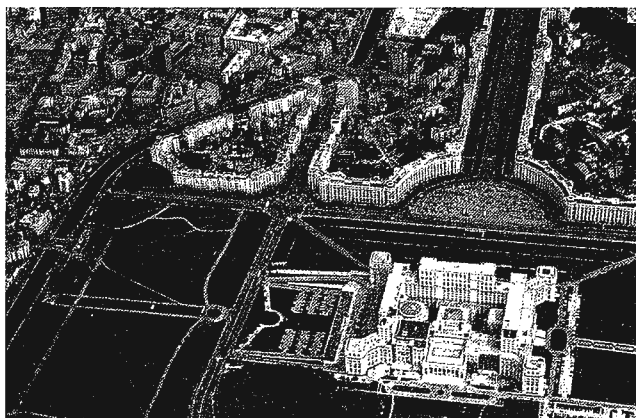
Blom ha anunciado hoy que es la primera compañía en capturar y procesar imágenes ortográficas y oblicuas de las 12 ciudades de mayor tamaño en Rumania. Estos datos forman parte de una única base de datos de Blom, donde también se incluirán las mayores ciudades de Europa del Este, incluyendo entre otras, Ucrania, Polonia, Estonia, Letonia, Lituania, Hungría, Croacia, República Checa, Bulgaria, Eslovaquia y Eslovenia.

Se trata de un gran logro para Blom, única compañía en capturar datos de algunos de estos países, en donde suele haber grandes sensibilidades y restricciones con los gobiernos y organizaciones militares.

David Critchley, Director General en Reino Unido y responsable de la captura de estas imágenes, indicó: "Después de los logros de los dos últimos años en cuanto a la recopilación de datos de más de 900 ciudades en Europa Occidental, nuestras incursiones en Europa del Este, comenzando por Rumania, están generando nuevas oportunidades de negocio para Blom".

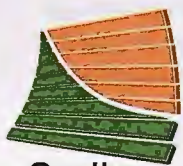
Las imágenes de Rumania fueron capturadas durante abril y mayo de este año, incluyendo ciudades como Arad, Braila, Brasov, Bucaresti, Cluj-Napoca, Constanta, Craiova, Galati, Iasi, Ploiesti, Sibiu y Timisoara. Las bases de datos se completaron y se pusieron a disposición de los clientes en tres meses, siendo el municipio de Braila el que comenzó a hacer uso de ellos desde la entrega de los datos.

Ionut Savoiu, Director General en Rumania, comentó: "Esto ofrece una oportunidad excelente para Blom en Rumania. Con las múltiples perspectivas de estas imágenes, podemos satisfacer las necesidades de los municipios locales, catastros, servicios públicos y de seguridad, al mismo tiempo que llevamos la iniciativa desde Rumania respecto a productos de navegación y servicios basados en localización".





**la solución más sencilla**



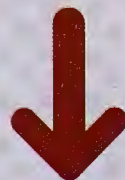
**Sadim**

**grupohunosa**

Sadim Sociedad Asturiana de Diversificación Minera S.A.

C/ Jaime Alberti, 2 · 33900 Ciaño Langreo. Asturias (España)

Tlfo.: (+34) 985 678 350 · Fax: (+34) 985 682 664



**comercial@sadim.es [www.sadim.es](http://www.sadim.es)**

# DEGRADACION DE LA COBERTURA VEGETAL EN EL MUNICIPIO SIERRA DE CUBITAS. CUBA.

MSc. Obllurys Cárdenas López.

Instituto de Geografía Tropical. Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente. Ciudad de La Habana, Cuba.

## INTRODUCCION.

En 1976, con la nueva división política administrativa, del antiguo territorio camagüeyano surgieron dos provincias, Ciego de Ávila y Camagüey.

La actual provincia camagüeyana situada en la porción oriental de la isla, tiene una extensión superficial de 15 615,02 Kilómetros cuadrados, incluyendo los cayos adyacentes, llamados archipiélagos de Sabana-Camagüey y Jardines de la Reina, al norte y sur respectivamente. Por su extensión es la mayor del país, ocupando el 14,21 % del territorio nacional. Del área total más del 67 % corresponde a la superficie agrícola y forestal.

La provincia se divide, desde el punto de vista político administrativo, en 13 municipios Carlos Manuel de Céspedes, Esmeralda, Sierra de Cubitas, Minas, Nuevitas, Guáimaro, Sibanicú, Florida, Vertientes, Jimaguayú, Najasa, Santa Cruz del Sur y Camagüey que es la capital provincial.

La vegetación natural de la provincia ha quedado relegada a dos pequeñas áreas litorales, pues ha sido casi totalmente sustituida por la siembra de cultivos. Las formaciones vegetales de mayor importancia se ubican en lo fundamental, en las elevaciones de la Sierra de Cubitas (nuestro caso de estudio), márgenes de los ríos, algunos arroyos y hacia la zona costera, donde existe el Refugio de Fauna de la desembocadura del río Máximo.

La cobertura boscosa es de 251 252,6 ha de las cuales 224 122,2 ha son de bosques naturales y 27 130,4 ha son de bosques plantados. La topografía propició que a través de la historia grandes áreas fueran dedicadas al fomento de la ganadería y al cultivo de la caña de azúcar, en detrimento del bosque, que en gran medida fue sustituido por la extensa sabana antrópica, que constituye hoy el elemento más sobresaliente del paisaje camagüeyano.

La Sierra de Cubitas constituye el grupo orográfico más importante de la provincia de Camaguey y le da nombre al municipio.

## CARACTERIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE ESTUDIO.

El municipio de Sierra de Cubitas es el segundo más pequeño de la provincia de Camaguey. Su fundación fue el resultado de la aplicación de la División Político Administrativa aprobada para el país a partir de la celebración del Primer Congreso del PCC. Esta ubicado en la zona norte de la provincia limitando al norte con Bahía La Gloria y parte del municipio Esmeralda, al este con el Municipio Minas, al sur con parte del municipio Minas y el de Camaguey y al oeste con el municipio Esmeralda. Tiene una extensión de 548.75 km<sup>2</sup>.

La Sierra incluye extensas sabanas que llegan hasta las cercanías de la ciudad de Camaguey y la llanura costera por el norte, encontrándose en ambas suelos arcillosos con buenas condiciones para la agricultura. Posee pequeñas zonas de bosque semicaducifólio formados por restos de la flora original que crece sobre calizas.

Las elevaciones más importantes tienen 330 msnm, aproximadamente y son el Cerro de Taubaquey de la Loma del Mirador de Limones y están separadas por el desfiladero de los Paredones.

El escurrimiento superficial de este municipio está compuesto por arroyos sin que se advierta la existencia de ríos de importancia a excepción del segmento del río Máximo, línea fronteriza con el municipio Minas y cuya corriente fluvial ha labrado su cauce a través calizas marmóreas que datan del período terciario, originando así los cangilones que reciben este mismo nombre.

El Valle de Cubitas, con terrenos transportados de las lateritas rojas, posee suelos de gran utilidad para la agricultura, que son explotados, fundamentalmente, en cultivos citrícolas y cañeros. Los suelos se distribuyen en fajas en una dirección NW-SW en función a las rocas subyacentes aunque se manifiestan algunas irregularidades que se deben a la heterogénea influencia de los diferentes procesos formadores. Predominan los arcilloso pardo carbonatados y no carbonatados, los loam ferralítico cuarcíticos y pardo grisáceo, los arcilloso ferralítico púrpuras y los ferralítico pardos rojizos.

Desde épocas geológicas antiguas esta provincia sirvió de puente para que se movieran de este a oeste las especies faunísticas provenientes de los altos macizos montañosos del NE de la zona oriental de Cuba y de oeste a este los especímenes procedentes de las montañas de Guamuhaya.

Se debieron producir mezclas de las diferentes especies enriqueciendo el fondo faunístico de la zona lo cual era favorecido por la gran extensión del territorio y la existencia de áreas boscosas, que con la llegada de los colonizadores fueron desapareciendo, como se ha dicho anteriormente, empujando a los componentes de la flora y la fauna que habían logrado sobrevivir a la acción humana hacia lugares más o menos inaccesibles tales como la Sierra de Cubitas y Najasa, que por ser áreas económicamente inapropiadas no despertaron el interés de los antiguos propietarios de la región.

La fauna es abundante en la Sierra donde la intrincada vegetación hace el papel de refugio a gran número de especies endémicas cubanas, entre ellas el murciélago de la jata y el mariposa, la ranita, la ventorcilla y el alacrán.

El conjunto cangilones, las cuevas y la Sierra poseen gran riqueza potencial para el aprovechamiento de la zona.

### **Escenario Histórico de la asimilación.**

Cuba, en general, se ha visto afectada por la rápida deforestación sufrida entre los siglos XVIII-XX. Cuando Colón arribó a este archipiélago, el 95% de él estaba cubierto de bosques. En 1889 había descendido a 89% la superficie boscosa, y a inicios del siglo XX solo quedaba el 54%. En menos de 200 años Cuba perdió ocho millones de hectáreas de bosques, con una alta diversidad de especies preciosas. Los colonizadores buscaban fundamentalmente terrenos fértiles para el cultivo y zonas adecuadas para establecer sus residencias.

Se estima que las comunidades aborígenes agroalfareras que ocupaban la isla a la llegada de los europeos residían en aquella unos 800 años antes de nuestra era. A la llegada de Cristóbal Colón a la costa oriental de Cuba en 1492, la isla exhibía características sobresalientes en cuanto a riqueza forestal, tanto desde el punto de vista botánico, ecológico, hidrológico y económico, según se desprende de sus propias anotaciones, donde expresó: *"Miré por las sierras y videlos tan grandes y maravillosos que podían encarecer su altura y derechura como husos gordos y delgados donde conocí que se podían hacer navíos e infinita tablazón para mayores naos de España, nunca tan hermosa cosa vide lleno de árboles, todo cercado el río, hermosos y verdes, y diversos, con flor y su fruto, cada uno a su manera. Las sierras altísimas, y todas las sierras llenas de pinos, y por todo aquello, fermosísimas flores-tas de árboles."*

Cuatro grandes conmociones o períodos de la historia cubana han influido profundamente en las formas y niveles de aprovechamiento de este recurso, reflejados también en el área de estudio. Los señalados períodos históricos son: el contacto de los europeos con los amerindios; las guerras de liberación contra el yugo colonial español; la neocolonización (1898-1958) y el período de transformaciones revolucionarias (1959-1997).

Aunque el encuentro se produce en 1492, la conquista se inicia casi dos décadas más tarde (1510), caracterizándose por la destrucción de la organización socio productiva de la población indígena, que alteró su forma y medio de vida e hizo desaparecer con ello los conocimientos, habilidades y prácticas tradicionales desarrolladas durante siglos, cuando el aprovechamiento de los recursos del bosque constituían el aspecto más significativo.

Desde los primeros años de la colonización el territorio del municipio fue clasificado como inhóspito para el asentamiento de los españoles. Antaño, la Sierra de Cubitas, y las llanuras aledañas sirvieron de asentamiento a grupos aborígenes agroalfareros y ceramistas. En algunas cuevas de la Sierra se pueden ver las pinturas y las esculturas hechas por ellos. La zona fue lugar de refugio para la población aborigen que huía de los colonizadores. El territorio era aprovechado por los piratas y contrabandistas para transitar hasta cerca de la Villa de Santa María del Puerto del Príncipe, ubicada ya en su lugar actual.

La desaparición de la población indígena, iniciada lógicamente por su segmento más vulnerable, los viejos, ocasionó la pérdida acelerada de dichas prácticas, toda vez que "los integrantes de más edad de las comunidades poseen

un conocimiento mayor y más desarrollado que los jóvenes".

La introducción masiva de esclavos africanos iniciada durante los primeros años de la colonización introdujo nuevos conocimientos, habilidades y prácticas procedentes de las diferentes regiones del continente negro, que fueron estableciéndose y popularizándose a través de la vida y trabajo del esclavo en las plantaciones, del cimarrón en el palenque, y del liberto en su sitio o conuco. El sitio también fue refugio de los cimarrones que escapaban de la esclavitud.

Las contiendas independentistas del siglo pasado que ocasionaron la desorganización y destrucción de la actividad socio-productiva del país y fundamentalmente de dos segmentos de la población, el campesinado (considerando en éste a pequeños, medianos y grandes propietarios, a sus empleados y a la fuerza de trabajo esclava) por una parte y a los cimarrones residentes en los palenques y lugares recónditos del bosque, por la otra, poseedores ambos de una profunda cultura de subsistencia y aprovechamiento de los productos del medio. Las cuevas se convirtieron en cuarteles, hospitales y almacenes de las tropas mambisas. Además, fue zona de operaciones de la columna de Cándido González.

El complejo proceso de la neocolonización, que se inicia en 1898 y se prolonga hasta 1958, revisa y destruye "la obra histórica secular de creación de la sociedad y del estado cubano. Mina y socava, destruye en lo esencial y básico de la misma, la nacionalidad."

En 1899 arribaron por el sitio conocido por Port Viano un grupo de granjeros y artesanos norteamericanos que al chocar con lo inhóspito del territorio muchos regresaron y los otros al agotar su fortuna en el viaje decidieron quedarse y establecerse en la zona de la Sierra. Se fundaron varios caseríos como la Gloria City, hasta que un terrateniente nombrado Sola logró desviar el ferrocarril norte de su curso original planificado, impidiendo así que de la Gloria se pudieran enviar productos agrícolas hacia Nuevitas. Esto contribuyó a la ruina de la Colonia al mismo tiempo que favoreció el florecimiento del actual pueblo de Sola. Gloria City quedó pronto despoblada y pobre, mientras prácticamente toda la tierra pasó a manos de unos pocos terratenientes. Esta llegó a su máximo apogeo en 1914 con más de 3000 norteamericanos en las zonas dedicadas, fundamentalmente, al cultivo de cítricos.

El triunfo revolucionario de 1959 constituyó la más amplia y popular transformación del agro cubano posterior al período de 1536-1729, e inició con los cambios sociales un intenso proceso de transculturación y éxodo campesino y con ellos, una significativa pérdida de su cultura.

La Empresa Citrícola Sola es la que mayor área ocupa en el municipio, de ahí su importancia. Fue fundada en 1969 y contaba con 2375.34 ha y un nivel de producción de 16 y 18 mil t de cítricos. En 1972 se incluyen en el Programa de Desarrollo, concebido por nuestro Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz.

### **Escenario Actual.**

La vegetación de la provincia camagüeyana está afectada por la acción del hombre debido al fomento de la agricultura y de la ganadería. Ya en 1952, se planteaba que en Cama-

güey quedaba poco por conservar, quizás algún que otro bosque en las Sierras de Najasa y Cubitas.

Esta problemática repercutió desfavorablemente en el conocimiento de esos atributos naturales, pues los principales botánicos que trabajaron en Cuba antes del triunfo revolucionario pocas veces exploraron esa región por considerar que, dado su grado de alteración, resultaba de escaso interés científico.

A partir de 1980, instituciones locales como las representaciones de los ministerios de Educación Superior, de la Agricultura y de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, comenzaron a trabajar de manera permanente en esa temática.

La problemática de las plantas amenazadas de extinción no había sido objeto hasta ese momento de un estudio integral y crítico desde una perspectiva territorial, pero en el año 1983 se reportó la existencia de 37 exponentes con diferentes grados de alerta: 31 con categoría de "Raras"; cinco, "En peligro" y una "Extinguida. Los autores del estudio, Borhidi y Muñiz, plantearon la necesidad de que los especialistas en los diferentes grupos taxonómicos y estudiosos de la flora local, prosiguieron con esa tarea de primer orden, en aras de trazas medidas de conservación. La Sierra de Cubitas es un importante refugio de fauna y un relicto de vegetación. Es la más grande y mejor preservada de las dos áreas grandes boscosas que aún permanecen en la provincia de Camagüey.

Teniendo en cuenta los altos valores paisajísticos, representación de formaciones vegetales, y los valores florísticos, faunísticos, e histórico-arqueológicos, se propuso en 1998, al Consejo de la Administración del Poder Popular Provincial, la Reserva Ecológica Limones-Tuabaquey, entre otros sitios de interés para la conservación y protección.

El territorio de Sierra de Cubitas es utilizado para la agricultura, la ganadería, la silvicultura, la explotación de canteras, como polígono de prácticas militares, para el turismo y, por supuesto, para la residencia de sus habitantes.

La fuerza laboral del territorio se vincula fundamentalmente a las actividades agropecuarias que se desarrollan en la propia sierra, y en menor medida se vinculan a la labor asociada con la industria minero-extractiva. La agricultura constituye un renglón de primera importancia superado solamente por la silvicultura.

Es necesario destacar que las áreas grandes, en donde viven muchas especies raras, endémicas, y/o amenazadas, son vulnerables a las actividades no compatibles con su conservación, tal es el caso de la propuesta de Reserva Ecológica Limones-Tuabaquey cuyo tamaño es muy pequeño en relación a la gran extensión del bosque en la Sierra y quedan áreas importantes sin proteger. Además, no existe un tratamiento de conservación para la sabana inmediatamente al sur de la Sierra, que también alberga plantas, invertebrados, anfibios, reptiles, y aves raras, endémicas, y/o amenazadas.

Especies de plantas agresivas exóticas (no nativas) y de animales asilvestrados constituyen amenazas serias, tal es el caso de la expansión del Marabú (*Dichrostachys cinerea*), una planta altamente invasiva, en la llanura septentrional. Las poblaciones ferales de perros y cerdos afec-

tan a las especies autóctonas, especialmente de aves y mamíferos.

Esta introducción de especies agresivas, a través de los años, ha provocado el desplazamiento de diferentes hábitats naturales e incluso la pérdida de nichos ecológicos de variadas especies nativas que poblaban el territorio. Resulta en migraciones forzadas hacia áreas aledañas, cambios en el comportamiento de algunas, y extinción de otras. Esta actividad incluye tanto los paisajes de alturas como de llanuras. Cabe destacar que en los últimos años las zonas dedicadas al cultivo de cítricos ha sufrido la invasión del marabú debido a que los pastos se han visto seriamente afectados por la sequía y el ganado vacuno se ha refugiado en estas áreas para pastar, unido además a la falta de mano de obra que antes controlaba a estas invasoras y que migró a otros sectores por razones económicas. Existe la caza furtiva de aves y mamíferos, el pastoreo en suelos pobres de la sabana y algunas prácticas forestales incompatibles con la conservación de especies nativas.

La actividad silvícola se basa en el uso de unas 144 especies maderables. En 1990, se orientó por la Empresa Forestal Integral cesar toda la para permitir la recuperación natural de las áreas y la aplicación y generalización de la Ecotecnología de Reforestación Sucesional, un método basado en principios ecológicos para reforestar bosques secundarios degradados. Desde muchas décadas atrás a esa fecha, el territorio siguió impactado por una sobreexplotación forestal estatal y privada, que llevaba implícito un inadecuado manejo silvícola, una incontrolada deforestación, y ningún sistema de recuperación boscosa de las áreas afectadas por talas selectivas, rasas, e incendios, entre otros.

La vegetación de la Sierra de Cubitas se caracteriza por la presencia de ocho formaciones vegetales: Bosque siempreverde, Bosque semideciduo, Bosque de galería, Cuabal (matorral xeromorfo espinoso sobre serpentinas), Matorral degradado, Vegetación de farallones, Sabana y Vegetación cultural. En ella existe una avifauna de gran interés. También, se destacan el bosque siempreverde, el bosque de galería, y tres tipos de vegetación con origen de la acción antrópica (matorral degradado, sabana antrópica, y vegetación cultural). En la llanura camagüeyana sobre asociación ofiolítica al sur de la Sierra, se desarrolla otra comunidad vegetal sobre suelos serpentinosos, caracterizada por el predominio de matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina (cuabal) y matorral degradado, con abundantes palmas y vegetación baja.

#### **Escenario Futuro.**

Teniendo en cuenta la situación actual se presentan dos escenarios futuros probables: uno deseado (positivo), en que los esfuerzos actuales de manejo se maximizan y toda la comunidad toma conciencia y contribuyen los factores económicos y políticos a implementar las medidas necesarias de aprovechamiento y protección y, otro, no deseado (negativo) en que todos los esfuerzos dan al traste por diferentes motivos y se pierde definitivamente la cobertura natural y las especies faunísticas asociadas.

Como escenario futuro deseado se puede plantear:

➤ Un área protegida con nivel de significación por los importantes valores biológicos, geológicos, paleontológicos, paisajísticos, e histórico-arqueológicos que

posee como endémicos locales, regionales, y nacionales, especies vulnerables, amenazadas, o en peligro, y especies migratorias que dependen de los recursos de la Sierra y la sabana

➤ Cuevas sin perturbaciones que retienen toda su flora y fauna cavernícola (como invertebrados, anfibios, reptiles, murciélagos), y los artefactos de la cultura indígena Arauca.

➤ Rescatar el patrimonio mediante una estrategia modelo que combine el trabajo conjunto de los pobladores locales, instituciones científicas, y conservacionistas.

➤ Una población humana local que adquiera beneficios de su comportamiento conservacionista.

➤ Una estación ecológica que respalda estudios científicos en pro de la diversidad biológica y cultural de la región.

➤ Asimilación del territorio de acuerdo con la agro-productividad del suelo.

➤ Disminución y erradicación de las plantas invasoras y de los animales silvestres que afectan los cultivos.

➤ Aplicación de soluciones alternativas efectivas y rápidas de acuerdo a la situación político-económica del país. Como escenario futuro no deseado se puede plantear:

➤ Pérdida total de los valores de la zona como área protegida (degradación de las visuales paisajísticas, pérdida de los endémicos, destrucción de los sitios arqueológicos, perturbación de las especies migratorias).

➤ Pérdida de la flora y la fauna cavernícola, derrumbe parcial de algunas áreas y destrucción de los vestigios de la cultura indígena Arauca.

➤ Pérdida y desconocimiento de los valores ambientales de los pobladores locales e instituciones científicas.

➤ Sobreexplotación del territorio.

➤ Proliferación de las plantas invasoras y de los animales silvestres que afectan los cultivos.

➤ Falta de voluntad política para erradicar los errores.

## RESULTADOS.

El bosque, considerado antes como un modo de ocupación de suelos y fuente de obtención de madera y energía, y después como un medio para mejorar estructuras agrícolas, empezó más tarde a analizarse como instrumento de desarrollo rural. Actualmente se le atribuye un papel relevante en el medio ambiente y la ordenación del territorio, por ello la reforestación debe ser una actividad universal en todos los niveles, ya que influye directamente en el mejoramiento del ambiente, debido a la producción de oxígeno, así como al mejoramiento de suelos.

Se puede concluir que la cobertura vegetal y de las especies faunísticas asociadas de la Sierra de Cubitas han sido afectadas desde los inicios de la colonia, siendo devastada totalmente la vegetación natural de las sabanas y llanuras y sustituida por la cultural y restringida la vegetación natural a la zona montañosa del municipio.

Las principales causas de la degradación, a lo largo del tiempo han sido:

- La deforestación irracional.
- La caza furtiva de aves y mamíferos.
- La extracción incontrolada de maderas preciosas.
- El pastoreo en suelos pobres y tóxicos de la sabana.
- El excursionismo no controlado.

➤ Ocurrencia de períodos de extensas sequías que traen consigo cambios en la frecuencia de incendios y desecación de bosques, cultivos y pastizales.

➤ Los efectos locales de la extracción de materiales de préstamos para la construcción.

➤ Proliferación de plantas invasoras.

➤ No valoración en tiempo del potencial existente.

➤ Débil conciencia ambiental de la población residente.

➤ Situación económica del país.



BOSQUE  
SEMICADUCIF  
OLIO



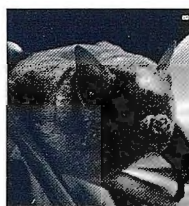
BOSQUE  
SOBRE  
CALIZA



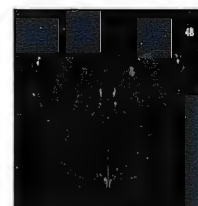
RANITA



TOCORO.  
ORO.



MURCIELAGO  
DE LA SIERRA



MARIPOSA

FLORA Y FAUNA DE LA SIERRA

Para contrarrestar esta degradación y lograr, en alguna medida, salvar lo que queda, se plantean una serie de medidas.

### Agricultura.

1. Llevar a cabo un estrecho control sobre las aplicaciones de productos agroquímicos en tierras productivas.
2. Las prácticas agrícolas, como surcado, terraceo, etc., deben realizarse siguiendo las curvas de nivel.
3. Los sedimentos extraídos de los canales de riego deberán incorporarse a las tierras de cultivo.
4. Realizar una adecuada rotación e intercalación de cultivos.
5. Promover la siembra de árboles frutales y maderables en unidades de producción agrícola.
6. Las unidades de producción agrícola estarán sujetas a un programa de manejo de tierras.
7. Incorporar a los procesos de fertilización del suelo material orgánico (gallinaza, estiércol y compost) y abonos verdes (leguminosas).
8. Intercalar cultivos de especies forrajeras o abonos verdes en las áreas de frutales.
9. Combinar los cultivos de producción con abonos verdes.
10. Promover el uso de pesticidas de mínima persistencia en el ambiente.
11. En las áreas con pendiente entre 5 y 10 grados se deberán establecer cultivos en fajas siguiendo las curvas de nivel.
12. No permitir el aumento de la superficie agrícola en áreas

con suelos poco profundos, pendientes de más de 15 grados y de alta susceptibilidad a la erosión.

13. Las quemas para apertura o reutilización de tierras deberán realizarse según las disposiciones vigentes de SEMARNAP y otros organismos.

14. Se deben establecer medidas para el control de la erosión.

15. Instrumentar técnicas de conservación del suelo y del agua.

16. Practicar actividades fitosanitarias.

17. Controlar biológicamente las plagas.

#### **Ganadería.**

1. Se permite la ganadería intensiva en zonas con pendientes menores de 10 grados.

2. Se regulará el pastoreo de ganado bovino, ovino y caprino en zonas forestales.

3. Las áreas con vegetación arbustiva y/o arbóreas con pendientes superiores a 15 grados sólo podrán utilizarse para el pastoreo en épocas de lluvias.

4. Se permite la ganadería extensiva siempre y cuando los hatos no rebasen los coeficientes de agostadero asignados para la región.

5. Se permite la ganadería controlada en zonas con pendientes de 15-25 grados.

6. No se permite el pastoreo en pendientes mayores de 25 grados.

7. Se deberá evitar la quema de la vegetación que se lleva a cabo con objeto de promover el crecimiento de renuevo para el consumo del ganado.

8. Establecer cercas vivas para delimitar las áreas de pastoreo.

9. Mantener una franja mínima de vegetación natural sobre el perímetro de los predios silvo-pastoriles.

10. Posibilitar la introducción de pastos mejorados acorde con las condiciones del área.

#### **Forestal**

1. Los viveros deberán incorporar el cultivo de especies arbóreas y arbustivas nativas.

2. Las unidades de conservación, manejo y aprovechamiento de la vida silvestre deberán contar con un programa de manejo autorizado.

3. Posibilitar el desarrollo de viveros e invernaderos para la producción de plantas de ornato y medicinales con fines comerciales.

4. Las unidades de producción forestal deberán contar con un programa de manejo autorizado.

5. En zonas de aprovechamiento, conservación y restauración se deberá seguir un programa de manejo integral autorizado para la regeneración efectiva del bosque.

6. Las áreas de corte deberán contar con sistemas de prevención y control de la erosión.

7. El aprovechamiento de leña para uso doméstico deberá estar sujeto a las normas establecidas.

8. Controlar la disposición de residuos vegetales en las áreas de corte.

9. El programa de manejo forestal deberá garantizar la permanencia de corredores faunísticos considerando zonas de exclusión para el aprovechamiento.

10. En áreas forestales alteradas se permite la introducción de plantaciones comerciales, previa autorización por EIA y Programa de Manejo Forestal.

11. Para reforestar sólo se deberá emplear especies nativas.

12. Los desmontes aprobados para los proyectos se realizarán de manera gradual conforme al avance de obras e iniciando por un extremo para permitir a la fauna las posibilidades de establecerse en las áreas aledañas.

13. No se permite la quema del material vegetal producto del desmonte.

14. No se permite el pastoreo en áreas de corte forestal que se encuentren en regeneración.

15. Reforestar áreas federales.

16. Prevenir incendios forestales.

17. Incentivar la aprobación de las áreas a proteger.

#### **Aguas.**

1. Las descargas de aguas residuales deberán tratarse mediante sistemas de aereación y/o lagunas de oxidación que garanticen el cumplimiento de los parámetros establecidos en la NOM-001-ECOL-1996.

2. Se deberán proteger y restaurar las corrientes, arroyos, ríos, canales y cauces que atraviesan los asentamientos urbanos y turísticos.

3. Se deben mantener inalterados los cauces y escurrimientos naturales.

4. No deberán ubicarse tiraderos para la disposición de residuos sólidos en las barrancas, próximos a escurrimientos fluviales, ríos y arroyos.

5. Conservar o restaurar la vegetación en los bordes de ríos, arroyos y cañadas respetando una franja de 50 metros a ambos lados del cauce.

6. Se prohíben las descargas de drenaje sanitario sin tratamiento y la disposición de residuos sólidos en los cuerpos de aguas y zonas inundables.

7. No se permiten desecar cuerpos de aguas y humedales.

8. Reforestar las cuencas, subcuencas y microcuencas.

9. Construir plantas de tratamiento de aguas residuales.

10. Reinyectar agua pluvial al subsuelo.

11. Evitar alterar las áreas de recarga de los acuíferos.

12. Racionalizar el uso del recurso agua (mantener el equilibrio entre oferta y gasto).

Áreas naturales y vida silvestre.

1. No se permite la introducción de especies exóticas de flora y fauna en las zonas de protección.

2. Se prohíbe la ubicación de rellenos sanitarios y tiraderos de residuos sólidos en zonas de protección.

3. La realización de obras en zonas donde se encuentren especies incluidas en la norma NOM-059-ECOL-94 quedará condicionada a lo que establezca el dictamen de la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente.

4. Se deberá mantener como mínimo el 30% de la vegetación original en el Estado.

5. En las zonas de protección se prohíbe el aprovechamiento de flora y fauna con fines comerciales.

6. Establecer un reglamento para la caza legal de especies cinegéticas atendiendo al calendario federal y estatal de caza.



7. Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna incluidas en la norma NOM-059-ECOL-94.

8. El aprovechamiento de la flora y la fauna silvestre deberá contar con un Programa de Manejo Autorizado.

9. Cada área protegida deberá contar con su Plan de Manejo.

10. Realizar estudios técnicos de diagnóstico de las Áreas Protegidas propuestas para protegerlas mientras se definen y aprueban sus límites.

11. Integrar y hacer partícipes de la protección y el manejo de las Áreas Protegidas a los habitantes de las mismas.

12. No autorizar actividades incompatibles con la protección de los recursos naturales.

13. Deberá controlarse y regularse en estas áreas el crecimiento de los asentamientos humanos existentes y prohibir nuevos asentamientos.

14. Las actividades que se lleven a cabo en las Áreas Protegidas no deben interrumpir el flujo y comunicación de los corredores biológicos.

15. Disminuir la proliferación de la fauna nociva.

16. El aprovechamiento de plantas medicinales en las Áreas Protegidas deberá ser restringido al uso doméstico.

17. Expandir el área manejada para la biodiversidad nativa.

18. Desarrollar un control efectivo de las poblaciones de especies exóticas, por ejemplo, perros y cerdos dentro de los bosques, y especialmente el Marabú en la sabana serpentina.

19. Incrementar el número de guardabosques y desarrollar programas de superación del personal de la conservación. Minería.

1. Se prohíbe la ubicación de bancos de extracción de material en áreas de protección.

2. Se debe restaurar el área afectada por las actividades de protección y explotación minera.

3. Programar la explotación en concordancia con la recuperación de las áreas.

4. Evitar contaminación del agua y del aire generada por los jales y otros residuos de la minería.

#### **Turismo.**

1. Se reglamentará el establecimiento de ranchos turísticos.

2. Los servicios turísticos asociados a cuerpos de agua deberán contar con un Programa de Manejo de aguas residuales, disposición de residuos sólidos y reglamentos en espacios recreativos.

3. Sólo se permiten en las Áreas Protegidas las prácticas de campismo, rutas interpretativas, observación de fauna y paseos fotográficos.

4. Los desarrollos turísticos deben procurar en sus proyectos el mínimo impacto sobre la vida silvestre.

5. Sólo se deberán emplear especies nativas y propias de la región en la creación de jardines.

6. Se podrán autorizar proyectos turísticos de baja densidad en las Áreas Protegidas previa autorización de la Manifestación de Impacto Ambiental y con base en lo establecido en el Plan de Manejo y las disposiciones jurídicas vigentes.

#### **Infraestructuras.**

1. Los bordes y caminos rurales deberán ser protegidos con árboles y arbustos nativos.

2. Los taludes en caminos deben estabilizarse y reforestarse con especies nativas.

3. La construcción de nuevos caminos en áreas naturales protegidas se realizará en función de los decretos y Programas de Manejo correspondientes.

4. Los servicios de energía eléctrica, teléfonos, etc., serán instalados siguiendo las disposiciones y condicionantes del EIA.

5. Las características de las construcciones en los nuevos desarrollos urbanos y turísticos estarán sujetas a la Manifestación de Impacto Ambiental.

6. Se permiten industrias relacionadas al procesamiento de productos agropecuarios.

7. Las industrias deberán estar rodeadas por barreras de vegetación.

8. No se permite el derribo de árboles y arbustos ubicados en las orillas de los caminos rurales.

9. La ubicación y operación de sitios destinados a rellenos sanitarios deberá observar las disposiciones de la norma NOM-082-ECOL-1996 y norma NOM-084-ECOL-1994.

#### **BIBLIOGRAFIA.**

1. Acebedo, P. y S. Barcia (2003) La Degradación Ambiental inducida por el Desarrollo del Turismo en las pequeñas islas, en el Ejemplo de Cayo Coco, Archipiélago Jardines del Rey (Cuba) en A. Cappaci (Editor) Paisaje, Ordenamiento Territorial y Turismo Sostenible, Universidad degli Studi di Génova, Génova, pp. 1-12.

2. CIMAC, The Field Museum, Museo Nacional de Historia Natural de Cuba (2006): Rapid Biological Inventories: Camaguey, Sierra de Cubitas. Costello Communications, Chicago, 177pp.

3. Centro de Información y Gestión Tecnológica de Camaguey, Información: Portal Camaguey . 2004-2007. [www.camaguey.cu](http://www.camaguey.cu)

4. Díaz, D. (2005): La sequía en Camaguey. Acciones para un enfrentamiento. Instituto Politécnico Armando Mestre Martínez. Tesis de Grado (inédito), Camaguey, 33 pp.

5. Fradera, Y. (2005): Análisis Integral de las precipitaciones y su influencia negativa en los recursos hídricos en el último decenio (1995-2004). Politécnico de La Construcción Armando Mestre Martínez. Proyecto de Grado (inédito). Camaguey, 35 pp

6. Mata, a. (2000): Metodología para la identificación, clasificación y cuantificación de los impactos ambientales de los desastres naturales. Copyright (c) Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 475 pp.

7. Mercadet, A. et al (2005): Introducción de especies y procedencias en Cuba: resultados de la investigación y proyecciones <http://www.fao.org/docrep/004/y2316s/>

8. Remond, R. (2003) Degradación de los paisajes de Cuba, Tesis de Doctorado, Universidad de La Habana, (inédito). 105 pp.

9. Saure G. y A. Rodríguez (2007): La sequía del periodo 2003-2005, en Camaguey, Cuba. FAGES. Tesis de Grado (inédito), Ciudad de La Habana, Cuba, 10 pp.

# GENERALIZACIÓN AUTOMÁTICA DE CURVAS DE NIVEL EN UN PROCESO DE REDUCCIÓN DE ESCALA DE 1:50.000 A 1:100.000

Lorenzo Romero, Wenceslao - Departamento de Geodesia y Topografía. Escuela de Guerra del Ejército - Madrid

## RESUMEN

Las curvas de nivel son los elementos lineales más numerosos que aparecen en un mapa. Constituyen un recurso geométrico para la representación del relieve del terreno que determina sus características geomorfológicas. En la obtención de bases de datos de escalas inferiores o mapas derivados, la simplificación de las curvas de nivel supone uno de los pasos críticos del proceso de generalización, que obliga a considerar dos aspectos fundamentales: su tratamiento en conjunto (no como líneas aisladas) y una precisión posicional adecuada. En este artículo analizaremos la aptitud de varios algoritmos cuando son aplicados a la generalización automática de las curvas de nivel -en formato vectorial- en un proceso de reducción de escala de 1:50.000 a 1:100.000, con el objetivo de determinar las condiciones en que deben aplicarse para obtener los mejores resultados.

**PALABRAS CLAVE:** Cartografía, generalización cartográfica, automatización, cartografía derivada, curvas de nivel.

## ABSTRACT

Contour lines are the most numerous linear elements that appear on a map. They constitute a geometric resource for the representing the relief of a particular given terrain that determines its geomorphological features. In obtaining smaller scale databases or derivative maps, contour lines simplification is one of the critical steps in the generalization process, which forces the consideration of two essential aspects: its treatment as a whole (not as isolated lines) and an adequate positional precision. In this article we will analyze the suitability of several algorithms when they are applied to the automatic generalization of contour lines -in vectorial format- in a scale reduction process from 1:50.000 to 1:100.000, with the objective of determining the conditions that must be applied in order to obtain the best results for each of them.

**KEY WORDS:** Cartography, map generalization, automation, derivative maps, contour lines.

## 1. INTRODUCCIÓN

La Cartografía ofrece, a través de sus distintas manifestaciones, el medio que mejor transmite la información sobre la situación y las cualidades de los elementos geográficos que conforman la realidad, ya que constituye el procedimiento gráfico que la representa con mayor exactitud, permitiendo definir, interpretar y analizar las relaciones espaciales existentes entre estos elementos. En consecuencia, la Cartografía constituye un verdadero medio de comunicación y, como tal, su función principal es transmitir información (geográfica, en este caso). Este objetivo obliga al cartógrafo a realizar un esfuerzo de síntesis y a establecer un código de símbolos que represente las entidades geográficas de forma clara, sin sacrificar la precisión de su localización.

En efecto, las dimensiones de nuestro planeta exigen una reducción de sus elementos geográficos para hacerlos comprensibles. Esta reducción viene acompañada de inevitables cambios: las dimensiones de las entidades lineales y de área disminuyen en proporción al factor de reducción, las formas complicadas aumentan su complejidad en la misma proporción, la acumulación de elementos adyacentes se incrementa y, en general, la claridad se reduce. Para asegurar la efectividad de esta reducción, deben aplicarse una serie de modificaciones durante el proceso (Robinson y Sale, 1969). En Cartografía, estos procedimientos de modificación se agrupan bajo el nombre de *generalización cartográfica*, que interviene de forma decisiva en distintas fases fundamentales del proceso de producción cartográfica (planificación, captura de datos, formación cartográfica, etc.), tanto si se trata de la obtención de *cartografía básica*, como si se pretende conseguir *cartografía derivada* a partir de la anterior (reducción de escala). En consecuencia, un mapa es un modelo -una generalización- de la realidad geográfica: la generalización es un proceso natural y necesario en la formación de un mapa, de manera que ambos conceptos se encuentran íntimamente ligados (García, 2006).

Los procedimientos tradicionales de generalización cartográfica -de ejecución manual- estaban sometidos a la subjetividad de los especialistas y afectados de un largo y laborioso proceso de ejecución. La aparición de la *cartografía digital* y el rápido incremento de su demanda plantearon la necesidad de automatizar estos procedimientos.

La automatización puede evitar el problema de la subjetividad y reducir los tiempos de ejecución. Sin embargo, a diferencia del proceso manual, trata la información geográfica de forma independiente, sin considerarla en su conjunto y dentro del contexto geográfico en que se presenta, lo que resta sentido global y, en muchos casos, armonía al resultado obtenido. Por tanto, en la actualidad la generalización cartográfica constituye un proceso semiautomático que incluye, normalmente, un conjunto de operaciones automáticas completadas mediante un tratamiento manual de la información.

La complejidad del proceso de generalización cartográfica y, por tanto, de su automatización, ha orientado los esfuerzos de investigación al análisis de aspectos particulares del mismo, resolviendo problemas específicos sobre elementos determinados (líneas, puntos o áreas). En concre-

to, la mayor parte de estos esfuerzos han sido dirigidos a la generalización de elementos lineales, ya que representan a la mayor parte de las entidades geográficas que conforman un mapa. A pesar de todo, ninguna de las investigaciones señaladas proporciona una solución completa para cada caso, de forma que no existe un conocimiento preciso de su aptitud para tratar distintos tipos de elementos (García, 2006). Iribas (1999) destaca la necesidad por parte de los organismos cartográficos de "*disponer de una colección de algoritmos documentados y puestos a prueba en condiciones límite*". Para ello, el proceso de generalización debería someterse a un control de resultados parciales durante el mismo y a una evaluación final que analice su bondad a partir de determinados parámetros que la cuantifiquen. Sin embargo, no existen procedimientos de control y evaluación aceptados como definitivos.

Como contribución a estas investigaciones, en este artículo analizaremos la aptitud de varios algoritmos cuando son aplicados a la generalización automática de las *curvas de nivel* -en formato vectorial- en un proceso de reducción de escala de 1:50.000 a 1:100.000, con el objetivo de determinar las condiciones en que deben aplicarse para obtener los mejores resultados. Los algoritmos analizados y los criterios de evaluación aplicados, así como la clase de entidad seleccionada se justifican a continuación.

## 2. CONSIDERACIONES INICIALES

Son muchos los trabajos de generalización -realizados o en proyecto- que podemos encontrar en los planes cartográficos de los organismos de producción referidos. En particular, el *Instituto Cartográfico de Cataluña* (ICC) comenzó en 2003 la generación de una base de datos a escala 1:25.000 para nuevas aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y producción de mapas mediante la generalización de la base de datos a 1:5.000 ya existente, cuya carga de datos se llevó a cabo mediante sistemas de fotogrametría digital a partir de 1996 (Baella y Pla, 2000, 2003, 2005). El *Instituto Geográfico Nacional* (IGN), concluida la denominada Base Cartográfica Numérica a escala 1:25.000 (BCN25) a finales de 2003, pretende obtener la BCN50 mediante procesos de generalización a partir de la anterior. Por su parte, el *Centro Geográfico del Ejército* (CEGET), próximo a finalizar su tradicional Serie L de la Cartografía Militar de España a escala 1:50.000 (más del 85 % de las 1073 hojas que componen la serie ya se encuentran publicadas), tiene en proyecto la revisión y actualización de la *Serie C* (escala 1:100.000) del mapa de la misma denominación mediante la generalización cartográfica de la serie anterior.

Efectivamente, se trata de proyectos -obtención de bases de datos o mapas derivados- cuyos requerimientos obligan a partir del análisis exhaustivo de las entidades geográficas originales y de los procedimientos de generalización de las mismas.

En nuestro caso, nos remitiremos al proyecto del CEGET antes señalado, del que, como hemos adelantado, trataremos uno de sus problemas específicos: la generalización automática de las curvas de nivel en formato vectorial. Para ello, nos hemos basado en las siguientes consideraciones:

- La escala tiene una influencia primordial en la generalización (Cuenin, 1972). La obtención de un mapa a escala 1:100.000 a partir otro a escala 1:50.000 se considera un proceso que conlleva una pequeña reducción de escala, proceso en el que la generalización no sólo es necesaria, sino también obligatoria (Cuenin, 1972).

- La información geográfica de un mapa está compuesta en su mayor parte por entidades lineales y, por ello, merecen una especial atención en el proceso de generalización automática. Entre ellas, las curvas de nivel son, con gran diferencia, los elementos más numerosos. Constituyen un recurso geométrico para la representación del relieve del terreno que determina sus características geomorfológicas, como la distribución de las divisorias y las vaguadas. Su generalización obliga a considerar dos aspectos fundamentales: su tratamiento en conjunto (no como líneas aisladas) y una precisión posicional adecuada.

- Existe un gran número de algoritmos disponibles para la generalización de elementos lineales. En cuanto a los de simplificación, el *algoritmo de Douglas-Peucker* es el mejor valorado para pequeñas reducciones de escala (Visvalingam y Whyatt, 1990, 1993; Visvalingam y Williamson, 1995). Por otra parte, éste método junto con el algoritmo de Visvalingam (Visvalingam y Whyatt, 1993) resultan "*... superiores a otros en la abstracción de los principios clave y en sus [...] formulaciones. Además son más fáciles de implementar [...] También es fácil comprender las implicaciones cartográficas de su procesamiento geométrico*" (Visvalingam y Williamson, 1995; citados por García, 2006). Asimismo, ofrece resultados próximos a los obtenidos mediante la simplificación manual (Clayton, 1985; White, 1985; Buttenfield, 1991; citados por García, 2006) y minimiza el desplazamiento respecto a la línea original (McMaster, 1986).

- Podemos obtener un modelo matemático (una aproximación) de un elemento lineal ajustando alguna de las curvas planas de geometría conocida (circunferencias, parábolas, arcos cúbicos, curvas paramétricas cúbicas, etc.). En general, con respecto al elemento original, este modelo mejora el aspecto estético. Dentro de los modelos existentes, las *curvas de Bézier* constituyen una de las soluciones recomendadas para el suavizado de líneas (Nagy, 2002; Cecconi, 2003).

- El tratamiento de un elemento lineal combinando un algoritmo de simplificación (Douglas-Peucker) con un suavizado posterior (curvas de Bézier) proporciona resultados satisfactorios (Weibel, 1997), que mejoran los obtenidos con cada uno de ellos de forma independiente.

- Los procesos de generalización requieren un estudio de la bondad de los resultados obtenidos. Un sistema de evaluación muy eficiente consiste en un análisis visual (Iribas, 1999; García, 2006) -si es realizado por expertos-, completado con la valoración de parámetros de carácter objetivo y el apoyo de herramientas informáticas que permitan la detección de conflictos topológicos.

### 3. GENERALIZACIÓN DE CURVAS DE NIVEL

Los mapas incluyen diversos procedimientos gráficos para representar el relieve. En los mapas topográficos a escalas 1:250.000 y superiores se utilizan las denominadas *curvas de nivel* o *isohipsas*, obtenidas al unir puntos del plano con la misma altitud (cota ortométrica), a las que se añade una serie de puntos de altitud conocida o *puntos de cota* (figura 1). En ocasiones aparecen acompañados por un sombreado continuo para reforzar la sensación de relieve.

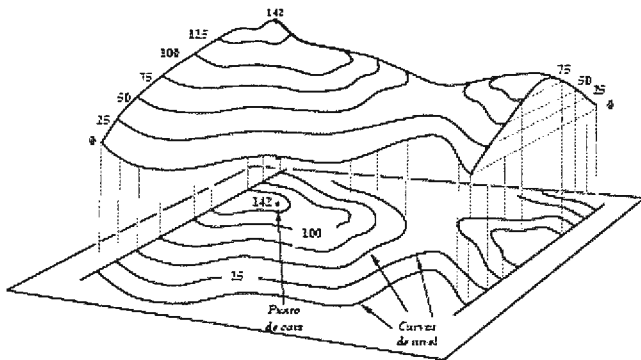


Figura 1. Equidistancia: 25 m (fuente: Traversi, 1968: 139).

Para concebir de forma gráfica el trazado de las curvas de nivel supongamos una serie de planos horizontales y equidistantes; uno de ellos, de altitud cero, se considera el origen altimétrico del sistema. La intersección de estos planos con el relieve del terreno constituye un conjunto de curvas continuas cuya representación plana da lugar a las curvas de nivel. La separación entre los diferentes planos recibe el nombre de *equidistancia* y determina por tanto los valores de las altitudes de las curvas de nivel representadas. Depende fundamentalmente de la escala del mapa, pero también de su finalidad y del relieve del terreno representado (Traversi, 1968).

Centrándonos en la generalización de las curvas de nivel, objeto de nuestro estudio, los dos procedimientos más utilizados son los siguientes (Li y Sui, 2000):

- *Generación directa.* Las curvas de nivel se obtienen a partir de las procedentes de un conjunto de datos de escala superior.
- *Generación indirecta,* a partir de un Modelo Digital de Elevación (MDE)

#### 3.1. Generalización directa de las curvas de nivel

Para obtener las curvas de nivel de un mapa a una determinada escala, podemos recurrir a un conjunto de datos geográficos de escala superior, y *seleccionar* aquellas curvas cuya altitud sea múltiplo de la equidistancia de nuestro mapa. Sin embargo, el proceso de selección no es suficiente para su visualización a diferentes escalas y debe continuarse con una *simplificación* para obtener la geometría adecuada a la escala de que se trate. Para mejorar la estética de este resultado suele ser recomendable un *suavizado* posterior.

En consecuencia, son tres los operadores de generalización que intervienen en el proceso: selección, simplificación y suavizado. En esta sección dedicamos una atención especial al segundo, ya que, en la obtención de bases de datos de escalas inferiores o mapas derivados, la sim-

plificación de las curvas de nivel constituye uno de los pasos críticos del proceso de generalización. Por tratarse de unas líneas específicas para la representación del relieve, su simplificación debe realizarse bajo determinados criterios que garanticen un equilibrio entre las calidad de las formas obtenidas (desde el punto de vista cartográfico) y la reducción del número de puntos, manteniendo en todo caso cierta precisión posicional (Cetinkaya et al., 2006). A continuación destacamos algunos de los criterios más importantes:

- A diferencia de la simplificación de entidades lineales independientes o aisladas, la simplificación de curvas de nivel supone el *tratamiento en conjunto* de un "grupo de líneas" que describen las características geomorfológicas del terreno. En realidad, su objetivo no se dirige a las curvas en sí, sino a la red hidrográfica contenida en su representación (Ai, 2004). En caso contrario, considerando cada curva como un elemento individual, los resultados de la simplificación pueden deformar las verdaderas características y distribución del terreno.

- Los cambios de posición en el plano horizontal pueden causar errores importantes en altimetría, especialmente en las zonas de fuerte pendiente. En consecuencia, la simplificación debe garantizar la necesaria *precisión posicional horizontal*, preservando a su vez la *precisión altimétrica* o vertical. Para ello, contamos con diferentes recursos:

- Utilizando la tolerancia apropiada en el algoritmo de simplificación aplicado (distancia máxima, diámetro de un círculo, etc.).

- No todos los algoritmos permiten ajustar la tolerancia (por ejemplo, los que emplean el ángulo de desviación). En este caso, suele utilizarse una zona de influencia o *buffer* en torno a la curva de nivel con una anchura inferior al máximo desplazamiento horizontal admisible, que marcará los límites entre los que debe permanecer la curva generalizada.

- Han surgido otros procedimientos alternativos que permiten utilizar cualquier tolerancia o anchura de *buffer*. Uno de los más recientes, presentado por Cetinkaya et al. (2006), se basa en el empleo de curvas de nivel auxiliares cuya altura constituye el borde vertical de las "bandas de error" y cuyo trazado supone el límite de desplazamiento horizontal de las curvas generalizadas. Las curvas auxiliares son extraídas de un MDE con la equidistancia correspondiente al máximo desplazamiento altimétrico permitido. Aplicada la simplificación con una tolerancia determinada, procedemos a detectar los tramos de las curvas de nivel generalizadas que se cruzan con las curvas auxiliares. Si existe alguno, se reduce la tolerancia y se vuelve a aplicar el algoritmo a los tramos en conflicto.

- Los desplazamientos horizontales propios de la simplificación de líneas, pueden suponer, además, problemas topológicos entre curvas de nivel próximas (superposiciones o cruces) o con otras entidades (cambio de posición relativa con respecto a puntos de cota, modificación del nodo de intersección con una vaguada, etc.). Estos conflictos han motivado la aparición de variantes de los clásicos algoritmos de simplificación adaptadas a

las curvas de nivel: Li y Sui (2000), Wang y Müller (1998), etc. Un procedimiento para evitar los problemas topológicos con otras entidades consiste en detectar previamente los nodos topológicos de cada curva de nivel y modificar el algoritmo de simplificación de forma que los mantenga fijos.

Finalmente, citaremos algunos ejemplos de procesos de generalización directa de curvas de nivel utilizados en organismos de producción cartográfica:

- *IGN español*. En la obtención del MTN50 por generalización del MTN25, dentro del apartado de altimetría, Iribas (1999) propone la generalización de curvas de nivel mediante la selección de las curvas
- *ICC*. En el proyecto de generación de la base de datos a escala 1:25.000 mediante la generalización de la base de datos a 1:5.000, referido en el apartado anterior, el proceso para la obtención de las curvas de nivel consiste en seleccionar las curvas de la base de datos original cuya cota es múltiplo de 10 m y simplificarlas posteriormente mediante el algoritmo de Douglas-Peucker, con una tolerancia de 25 cm, sin aplicar suavizado. Según Baella y Pla (2003), la pequeña magnitud del parámetro utilizado en la simplificación y la ausencia de suavizado evita conflictos topológicos y conserva la calidad de los datos generalizados.

### 3.2. Generalización indirecta de las curvas de nivel

Como alternativa a los métodos anteriores, pueden utilizarse procedimientos indirectos basados en MDE (Chen, 1989; Weibel, 1992; Li, 1999). En este caso, el proceso de generalización es aplicado al MDE original para obtener un MDE generalizado del que se derivan las nuevas curvas de nivel.

Las aplicaciones específicas de tratamiento de MDE suelen utilizar dos modelos de datos diferentes: matricial o TIN (*Triangulated Irregular Network*). Sin embargo, las aplicaciones de SIG utilizan preferentemente el modelo matricial, ya que la simplicidad conceptual de las matrices y su mejor adaptación a los procesos informáticos permiten efectuar cálculos y desarrollar modelos con mucha más facilidad (Felicísimo, 1995). Por otra parte, el modelo TIN no suele emplearse como formato de intercambio de datos (se prefiere para ello el formato matricial), sino que suele ser el formato intermedio en el proceso de obtención de curvas de nivel a partir de un modelo matricial o viceversa.

La generalización de MDE, mucho menos tratada en el entorno científico que otros procesos de generalización, puede evitar los posibles problemas topológicos derivados del proceso directo si considera la topología de las entidades originales, pero conlleva otros inconvenientes: fidelidad, ruido del proceso, etc. (Belart y Ariza, 2003).

## 4. LOS ALGORITMOS DE GENERALIZACIÓN

### 4.1. Simplificación de líneas: algoritmo de Douglas-Peucker

David H. Douglas (Universidad de Ottawa) y Thomas K. Peucker (Universidad Simon Fraser, Columbia Británica) dieron nombre al algoritmo de simplificación de líneas (o de eliminación de puntos) más utilizado hasta nuestros días y uno de los pocos algoritmos de generalización que

podemos encontrar en algunas de las aplicaciones comerciales actuales para tratamiento de datos geográficos, como *ArcInfo* de ESRI, *DynaGEN* de Intergraph o *MicroStation GeoGraphics* de Bentley. También es conocido entre los investigadores informáticos como el *algoritmo de simplificación de Ramer* (Saalfeld, 1999), ya que Urs Ramer publicó casi al mismo tiempo un algoritmo similar diseñado para aplicaciones de tratamiento de imágenes -el primero de los métodos propuestos para reducir del volumen de información- (Ramer, 1972). Por la misma razón, también encontramos algunas referencias al algoritmo como RDP (Dutton, 1981).

Douglas y Peucker (1973: 117) presentaron dos métodos de simplificación de líneas basados en criterios similares (una tolerancia para la máxima distancia a una línea-base). Recomendado por los propios autores por consumir menos tiempo de proceso y producir mejores resultados, es el segundo de los métodos el que fundamentalmente se ha utilizado (en muy escasas publicaciones posteriores encontramos referencias al primer método: Raper y Green, 1989), aunque muchos investigadores no siempre han aclarado cuál de ellos estaban empleando. En este trabajo sólo nos referimos a este segundo método.

Se incluye dentro de los algoritmos de eliminación de puntos de *carácter global* (McMaster y Shea, 1992), ya que se basa en el estudio de líneas completas, consideradas como un todo.

El fundamento del algoritmo consiste en seleccionar de la línea original los denominados *puntos críticos* o *puntos de anclaje*, que conformarán la línea generalizada. El proceso puede resumirse en los siguientes pasos (en la figura 2 presentamos un ejemplo aclaratorio):

1. Se fija un *factor de tolerancia*  $T > 0$ , que llamaremos simplemente tolerancia, en unidades de longitud.
2. Entre los *nodos* inicial y final de la línea, que llamaremos *A* y *Z*, respectivamente, se traza una primera línea-base *AZ*.
3. Se calculan las distancias  $d_i$  de los vértices a la línea *AZ*. Si ninguna distancia supera la tolerancia ( $d_i < T$ ), el proceso concluye y la línea generalizada estará formada por los puntos *A* y *Z*. En caso contrario, el vértice más distante de *AZ*, que llamamos *B* ( $d_{\max} = d_B$ ), será seleccionado como punto crítico y se generarán dos nuevas líneas-base *AB* y *BZ*.
4. Se calculan las distancias  $d'_i$  del resto de vértices intermedios a las líneas *AB* y *BZ* y aplicación del procedimiento de selección del punto anterior.
5. Este criterio es repetido de forma recursiva en las dos partes en que queda dividida la línea tras cada selección, hasta agotar las posibilidades de división de la misma.
6. Finalmente, a partir de los puntos seleccionados se obtiene la línea generalizada.

Si se trata de líneas cerradas, en las que el primer y último punto no definen una línea (*A* y *Z* coinciden por tener las mismas coordenadas), la distancia máxima a la línea-base se sustituye por la distancia máxima a estos puntos. Sin embargo, en este caso resulta polémico seleccionar como crítico un punto de la curva sólo por el hecho de haberse digitalizado en primer lugar.

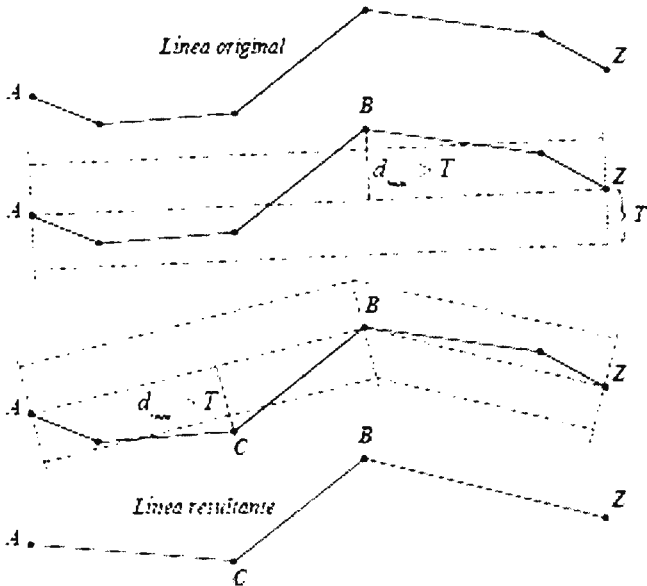


Figura 2. Aplicación del algoritmo de Douglas-Peucker.

#### 4.2. Suavizado de líneas: curvas de Bézier

Los algoritmos de suavizado de líneas proporcionan una curva semejante a la original (menos sinuosa) mediante aproximaciones matemáticas a partir del ajuste de alguna de las curvas planas definidas por ecuaciones paramétricas de polinomios de grado superior a uno (en efecto, si el grado es uno se trata de rectas).

Considerando en el plano los  $n + 1$  puntos que conforman la curva original, de coordenadas conocidas  $(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ , la curva obtenida tras el ajuste, expresada en forma paramétrica, será:

$$\left. \begin{aligned} x &= P_x(t) \\ y &= Q_y(t) \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

donde  $P_x(t)$  ajusta los valores  $(t, x_i)$  y  $Q_y(t)$  ajusta en  $(t, y_i)$ , siendo  $t_i = i/n$ , con  $i = 0, 1, \dots, n$ .

Este ajuste presenta, entre otros, el inconveniente de no permitir el control de la forma de la curva resultante por parte del usuario. Para evitar este conflicto, uno de los recursos más conocidos y utilizados es el basado en denominadas **curvas de Bézier**, cuyos fundamentos teóricos fueron desarrollados por el ingeniero francés Pierre Bézier (1910-1999) durante los años 60 del pasado siglo (Bézier, 1968; Lebrón, 2005).

Se denomina *curva de Bézier asociada a  $n + 1$  puntos*  $P_0, P_1, \dots, P_n$  del plano, a la curva definida para  $t \in [0, 1]$  cuyas ecuaciones paramétricas adoptan la siguiente expresión:

$$\left. \begin{aligned} x(t) &= \sum_{i=0}^n B_{i,n}(t) x_{P_i} \\ y(t) &= \sum_{i=0}^n B_{i,n}(t) y_{P_i} \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

siendo  $B_{i,n}(t)$  los polinomios de Bernstein de grado  $n$ , definidos por:

$$B_{i,n}(t) = \binom{n}{i} (1-t)^{n-i} t^i, \text{ con } i = 0, 1, \dots, n. \quad (3)$$

Así, por ejemplo, los polinomios de Bernstein de grado tres son:

$$\left. \begin{aligned} B_{0,3}(t) &= (1-t)^3, & B_{1,3}(t) &= 3(1-t)^2 t \\ B_{2,3}(t) &= 3(1-t) t^2, & B_{3,3}(t) &= t^3 \end{aligned} \right\}. \quad (4)$$

Los puntos  $P_0, P_1, \dots, P_n$  que determinan una curva de Bézier se denominan puntos de control y, como se deduce de la expresión (2), su orden es fundamental: su trazado sólo pasa por los puntos inicial  $P_0$  y final  $P_n$ , mientras que el resto marcan la "tendencia" del mismo sin formar parte de él. Gráficamente, esto significa que la curva de Bézier asociada a los  $n + 1$  puntos anteriores supone un suavizado de la poligonal formada por estos (figura 3).

Cualquier otro procedimiento de ajuste (*Lagrange, Newton, splines, etc.*) consigue un efecto de suavizado. Sin embargo, si necesitamos controlar la forma de la curva resultante, debemos recurrir a alguno de los denominados *algoritmos de suavizado* (o filtrado de curvatura), entre los cuales, uno de los más utilizados es el basado en las *curvas cúbicas de Bézier*, así denominadas por ser  $n = 3$  y emplear, por tanto, cuatro puntos de control. A partir de ahora, nos referiremos a ellas llamándolas simplemente curvas de Bézier.

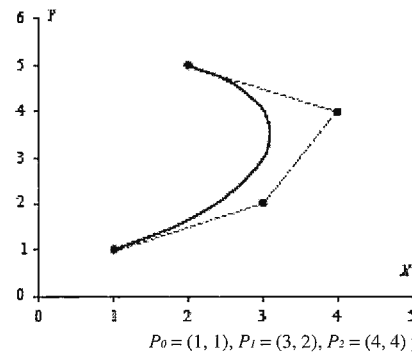


Figura 3. Curva de Bézier asociada a los puntos

#### 5. METODOLOGÍA

El objetivo final de esta investigación ha consistido en conseguir la tolerancia  $T$  y el parámetro  $t$  que, aplicados en los algoritmos de Douglas-Peucker y curvas de Bézier, respectivamente, proporcionen los mejores resultados en la generalización automática de las curvas de nivel en el proceso de reducción de escala señalado.

Para ello hemos estructurado su metodología en las siguientes secciones: 1) *tratamiento de la información*; 2) *procesos de simplificación y suavizado*; y 3) *evaluación de los resultados*. Fundamentadas en esta evaluación, las conclusiones obtenidas permitirán finalmente la determinación de los valores buscados. La siguiente figura esquematiza el proceso.

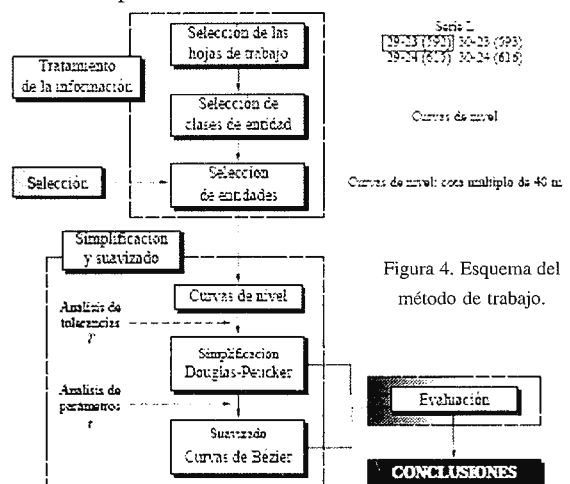


Figura 4. Esquema del método de trabajo.

## 5.1. Tratamiento de la información

### 5.1.1. Selección de las hojas de trabajo

Como hemos indicado en la sección segunda, a partir de la generalización cartográfica de la Serie L, básica de la Cartografía Militar de España, el CEGET tiene previsto obtener la *Serie C*, compuesta por 291 hojas. En la tabla 1 relacionamos algunas de las características de estas series.

Para la consecución de los objetivos de este estudio hemos elegido el grupo de cuatro hojas de la Serie L (CEGET, 2005a, 2005b, 2005c y 2005d) que se corresponden con la hoja 15-12 (*L'Alcora*) de la Serie C (CEGET, 1994), cuya situación en la península indicamos en la figura 5. La información geográfica -impresa y en formato digital- relativa a todas ellas ha sido proporcionada por el CEGET.

Tabla 1. Algunas características de las Series L y C de la Cartografía Militar de España.

Nombre de la Serie		Zona	N.º de hojas	Escala	Proyección	Elipse geodésica	Equidistancia (m)	Área representada	
Tradicional	OTAN							Latitud	Longitud
L	M7814	Península y Baleares	1044	1:50.000	UTM	ED50	30	10'	20'
	P713	Cantabria	27			WGSS4			
	P735	Costa y Medida	2			ED50			
C	M681	Península	270	1:100.000	UTM	ED50	40	20'	40'
	M612	Baleares	7						
	M632	Cantabria	14						

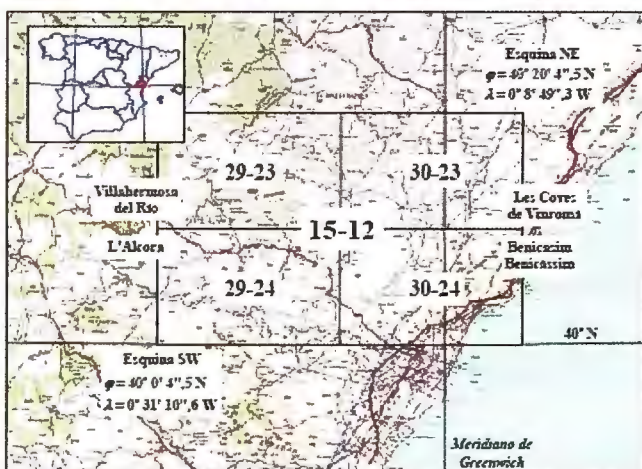


Figura 5. Situación de las hojas de trabajo.

Esta elección se ha fundamentado en conseguir una zona con la mayor diversidad geográfica. Así, el conjunto presenta un relieve variado que combina una orografía accidentada en casi toda la mitad Oeste y en el Sureste, donde se salvan grandes pendientes hasta llegar a la costa, con una zona más llana en el Sur y en el Noreste (figura 6). Este relieve fuerza la diversa sinuosidad de la red hidrográfica y de las vías principales de comunicación. Por otra parte, existe al Sureste una zona de costa (30-24) que constituye un referente fundamental para el curvado altimétrico (curvas de nivel y batimétricas). Asimismo, el meridiano de Greenwich divide el conjunto en los husos 30 y 31 (figura 5), de forma que en cada zona será diferente la disposición de la cuadrícula UTM cincokilométrica que incluye la hoja a escala 1:100.000 (Rossignoli *et al.*, 1976).

Dentro del conjunto seleccionado, hemos trabajado en la hoja 29-23 denominada *Villahermosa del Río* (CEGET, 2005a): en primer lugar descartamos las hojas NE y SE por presentar grandes áreas de relieve suave; entre las dos hojas restantes, nos hemos centrado en la hoja del NW cuyo relieve es ligeramente más abrupto (figura 6).

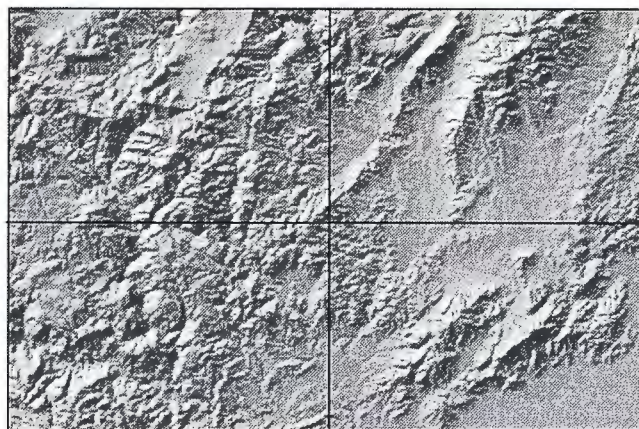


Figura 6. Relieve de las hojas de trabajo (MDE: 50 m).

### 5.1.2. Selección de entidades

En esta hoja, los criterios para seleccionar las curvas de nivel serán los propios del operador de selección: a) **cota múltiplo de 40 m** (la equidistancia del mapa final); b) **longitud mínima**, descartando las curvas cuya versión generalizada presente menos de 20 puntos.

Sin embargo, con objeto de establecer un rango de tolerancias  $T$  adecuado para aplicar el algoritmo de Douglas-Peucker, consideraremos una muestra, extraída de la selección anterior, con las siguientes características: a) trazado completo dentro de la hoja (una línea cerrada); b) longitud mínima de 5 km; c) número mínimo de 150 puntos; d) tamaño de la muestra: cuatro, con diferentes sinuosidades.

En las investigaciones consultadas, relativas al asunto que nos ocupa, no existe un criterio general acerca del tamaño de la muestra, como se indica en la tabla que recoge García (2006: 134). Nuestro trabajo, con una muestra de cuatro elementos en ambos casos, sigue un criterio similar al aplicado por Jasinsky (1990) o Dutton (1999).

Las condiciones impuestas nos han llevado a seleccionar como muestra las siguientes curvas de nivel (tabla 2 y figuras 7 y 8):

Tabla 2. Hoja 29-23 (Villahermosa del Río). Algunas características de las curvas de nivel de muestra.

Curva	Cota (m)	Longitud (m)	N.º de puntos	Sinuosidad general
1	1480	19513,3	513	Media
2	1440	21791,3	637	Alta
3	1040	9913,9	288	Media
4	1040	6138,9	157	Baja



Figura 7. Hoja 29-23 (Villahermosa del Río). Muestra de las curvas de nivel.

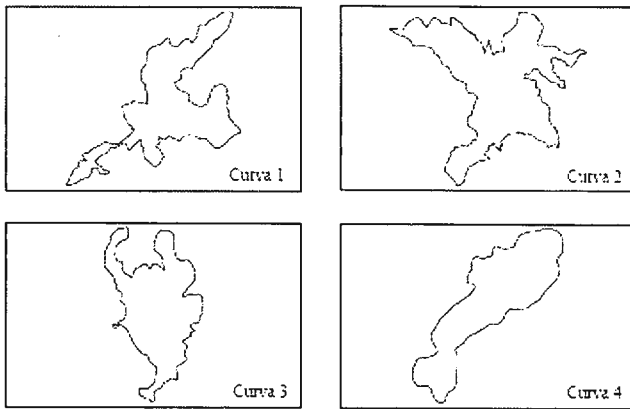


Figura 8. Curvas de nivel seleccionadas.

### 5.1.3. Programa informático

Existen algunos programas informáticos comerciales diseñados especialmente como aplicaciones de generalización cartográfica y otros que incluyen algunos de los principales operadores de generalización. Sin embargo, ninguno de los analizados ofrece las prestaciones que nuestro proyecto requiere. En concreto:

- *DynaGen* de Intergraph, sustituto de *Map Generalizer*, ha sido examinado para su utilización por profesionales de centros de producción cartográfica sin resultados satisfactorios (Baella y Pla, 2003).
- *CHANGE*, del Instituto de Cartografía de la Universidad de Hannover (Alemania), está orientado a la generalización de edificios y carreteras en formato vectorial, en especial, para reducciones de escala de 1:10.000 a 1:25.000.
- La última versión de *ArcGIS* de ESRI (9.1) incorpora el algoritmo de Douglas-Peucker (con el operador que recibe el nombre de *POINT\_REMOVE*), y permite modificar la tolerancia del mismo. Sin embargo, uno de los operadores de suavizado que incluye -el llamado *BEZIER\_INTERPOLATION*- no genera líneas basadas en las curvas de Bézier, sino parecidas a ellas, ya que su formato de datos nativo (*shapefile*) no puede almacenar este tipo de curvas (ESRI, 2005).
- *Lamps2 Generalizer* también integra determinadas herramientas de generalización que no permiten la manipulación de tolerancias y parámetros con la capacidad de respuesta que necesitamos.

Por tanto, adoptamos la decisión de elaborar un programa propio, en el que se han implementado los algoritmos de Douglas-Peucker y curvas de Bézier, todo ello diseñado desde *Microsoft Visual Basic* (v. 6.0). El programa permite la aplicación de los algoritmos variando la tolerancia o el parámetro respectivos (figura 9).

### 5.2. Procesos de simplificación y suavizado

Muchos autores (Weibel, 1997) coinciden en la conveniencia de aplicar, tras una selección de elementos, un primer operador de *simplificación*, para reducir los detalles a los estrictamente necesarios y comprimir así la información, y otro posterior de *suavizado*, para mejorar la calidad estética del resultado obtenido con el operador anterior. Siguiendo esta línea de ideas, trataremos los elementos seleccionados con el algoritmo de Douglas-Peucker, que nos reducirá el número de puntos originales, y posteriormente con el algoritmo de curvas de Bézier, que suavizará

las líneas obtenidas. Para someter a una posterior evaluación los resultados obtenidos, aplicaremos cada uno de ellos variando los parámetros correspondientes que los caracterizan. En concreto, como hemos señalado, el algoritmo de Douglas-Peucker requiere fijar previamente una tolerancia, expresada en unidades de longitud. Del mismo modo, en las curvas de Bézier interviene el valor de  $t$ , que varía entre 0 y 1, en función del cual expresamos las ecuaciones paramétricas de dichas curvas. De esta forma, combinaremos las tolerancias  $T$  del primero con los parámetros  $t$  del segundo que será establecidos más adelante, con la intención de obtener la combinación " $T + t$ " que proporcione resultados óptimos y, asimismo, analizar la mejora del suavizado con respecto al proceso de simplificación.

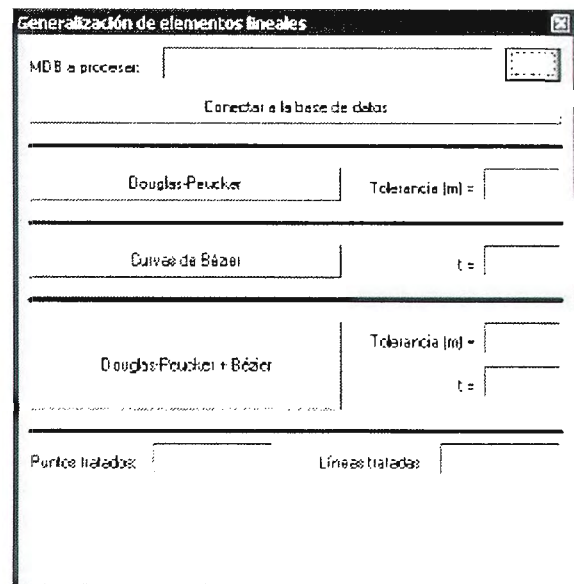


Figura 9. El programa de aplicación de los algoritmos de generalización. Menú principal.

Por otra parte, entre los criterios que el CEGET impone a la generalización que nos ocupa, encontramos que las curvas de nivel resultantes deben reducirse al 30 % de los vértices de la línea original, aproximadamente. Así, el proceso de simplificación y suavizado se llevará a cabo mediante los siguientes pasos: 1) determinación del rango de tolerancias  $T$  adecuado; 2) simplificación mediante el algoritmo de Douglas-Peucker (selección de la mejor tolerancia); 3) determinación del rango de parámetros  $t$  adecuado; y 4) suavizado mediante curvas de Bézier de las curvas simplificadas con la tolerancia seleccionada en el segundo paso.

Dentro de cada proceso, después de cada uno de los pasos (2) y (4) se analizarán los resultados obtenidos, según los procedimientos que veremos más adelante.

#### 5.2.1. Simplificación mediante el algoritmo de Douglas-Peucker

Hemos señalado que, con carácter general, el algoritmo de Douglas-Peucker ofrece buenos resultados en la simplificación de líneas aisladas. Sin embargo, su aplicación a las curvas de nivel podría cuestionarse si consideramos que, como hemos indicado, "*la simplificación de curvas de nivel supone el tratamiento en conjunto*" de las mismas. Además, en caso de utilizar este algoritmo, quizás interesaría recurrir a procedimientos como el utilizado por Cetinkaya et al. (2006), basado en las denominadas "ban-



das de error", que aseguran la precisión posicional necesaria en la simplificación de estas líneas. Por otra parte, cabría pensar en la aplicación de un *método indirecto* de generalización, ya que podemos disponer de un MDE. Aún así, hemos insistido en la aplicación clásica del algoritmo, sin modificaciones, como método directo de generalización, pretendiendo conseguir unos valores de tolerancia que minimicen los conflictos topológicos entre las propias curvas de nivel y establezcan un equilibrio entre: a) la necesaria precisión posicional, evitando el empleo de recursos accesorios (como las bandas de error) que redundarían en perjuicio de la simplicidad del proceso; y b) la reducción en el volumen de información.

Las razones de nuestra elección pueden resumirse en las siguientes: por un lado, pretendemos aprovechar la sencillez que proporciona el algoritmo en la simplificación de líneas, puesto que formará parte del proceso de generalización de una serie cartográfica completa; por otro, la generalización indirecta, supone otros inconvenientes. Por ejemplo, la generación de curvas de nivel a partir de un MDE requiere la consideración de la topología de las entidades en conflicto con las mismas (red hidrográfica, puntos de cota, etc.), cuestión que diverge del objetivo de nuestro estudio.

#### Aplicación del algoritmo

La evaluación de los resultados obtenidos con el algoritmo de Douglas-Peucker requiere establecer un rango de tolerancias  $T$  adecuado. Para ello, consideraremos algunas de sus propiedades:

- Valores de  $T$  próximos a cero ofrecen una curva generalizada muy aproximada a la original. Si  $T = 0$  la curva es la misma y no existe generalización.
- Si dos tolerancias  $T_1$  y  $T_2$ , siendo  $T_2 > T_1$ , aplicadas a una misma línea original  $l$ , proporcionan dos líneas generalizadas  $l'_1$  y  $l'_2$  compuestas por un número de puntos que llamaremos  $n_1$  y  $n_2$ , respectivamente, entonces:
  - $l'_2 \subset l'_1 \subset l$ .
  - $n_1 \geq n_2$ : el grado de compresión de la información aumenta con la tolerancia.
- El valor de  $T$  determina el desplazamiento máximo de la línea generalizada con respecto a la línea original.

Con objeto de averiguar el intervalo de tolerancias más apropiado, aplicaremos el algoritmo a cada una de las cuatro curvas de nivel de muestra variando la tolerancia, comenzando por valores bajos próximos a cero hasta llegar a valores en los que observemos la estabilidad del proceso (cuando la variación de la tolerancia no influya prácticamente en la simplificación de la línea original por la pequeña reducción en el número de puntos). A continuación, analizaremos en conjunto el número de puntos de la línea resultante para cada valor de  $T$  y decidiremos cuáles de ellos interesan a nuestro estudio. Finalmente, aplicaremos estos valores por separado al conjunto de las curvas de nivel y evaluaremos los resultados obtenidos.

#### 5.2.2. Suavizado mediante curvas de Bézier

Como decíamos al analizar el fundamento matemático de las curvas de Bézier (4.2), el ajuste de una curva a un determinado número de puntos de control  $n + 1$ , establece el grado  $n$  para el polinomio de las ecuaciones paramétricas que definen la curva resultante. Las curvas de Bézier con  $n$

$= 3$  (las denominadas *curvas cúbicas*) emplean, por tanto, cuatro puntos de control. Pero, como es lógico, esta operación de suavizado aplicada a un elemento lineal compuesto por  $m$  puntos (siendo  $m > 4$ ) no debe realizarse dividiéndolo en tramos consecutivos de cuatro puntos - en los que coincida el punto final de cada uno con el inicial del siguiente- y uniendo las curvas de Bézier asociadas a cada tramo, porque la curva resultante, aun siendo continua, podría presentar angulosidades en los puntos de intersección de los tramos al no coincidir en ellos la dirección de las tangentes a cada curva (figura 10).

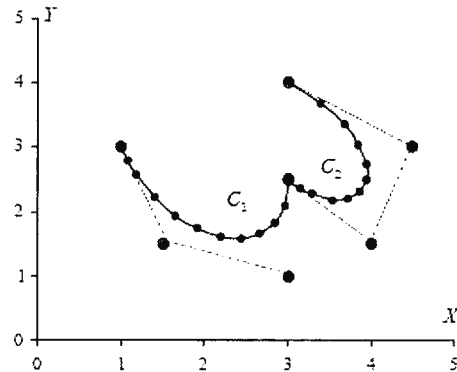


Figura 10. Curvas de Bézier asociadas a los puntos  
 $C_1 \Rightarrow P_0 = (1, 3), P_1 = (1.5, 1.5), P_2 = (3, 1)$  y  $P_3 = (3, 2.5)$   
 $C_2 \Rightarrow P_4 = (3, 2.5), P_5 = (4, 2.5), P_6 = (4.5, 3)$  y  $P_7 = (3, 4)$

El proceso aplicado en los programas de suavizado basados en curvas de Bézier, como el que hemos implementado, parte de la elección de un valor para el parámetro  $t$  que será constante para todo el proceso. A continuación, tras establecer como fijos los nodos inicial y final de la curva, comienza a recorrerla punto a punto y calcula en cada paso, con el punto en que se encuentra y los tres siguientes, el punto de la curva de Bézier asociada a estos cuatro puntos y correspondiente al parámetro  $t$  predeterminado. Por ejemplo, en el primer paso el programa considera los primeros cuatro puntos de la curva original ( $P_0, P_1, P_2$  y  $P_3$ ) y calcula el primer punto de la curva resultante, que será el correspondiente a la curva de Bézier asociada a estos cuatro puntos para el valor de  $t$  prefijado. En el segundo paso, considera los puntos ( $P_1, P_2, P_3$  y  $P_4$ ) y obtiene por el procedimiento anterior el segundo punto de la curva suavizada, y así sucesivamente.

Con el fin de averiguar cuál es el rango de valores del parámetro  $t$  que interesa evaluar, analizaremos un ejemplo del proceso anterior. Para ello, elegiremos cuatro puntos consecutivos de una línea cualquiera (escogeremos la *curva 2* de las seleccionadas) y estudiaremos el comportamiento de la curva generalizada a partir del algoritmo de curvas de Bézier con diferentes valores de  $t$ , incluidos entre 0 y 1, prestando especial atención a los valores extremos y centrales.

Por último, aplicaremos estos valores al conjunto de las curvas de nivel, ya simplificadas mediante el algoritmo de Douglas-Peucker, y evaluaremos los resultados obtenidos.

#### 5.3. Evaluación de los resultados

Con esta evaluación, pretendemos cuantificar la bondad de cada uno de los algoritmos propuestos, con sus tolerancias o parámetros respectivos, que nos proporcionará un criterio objetivo para determinar la aptitud de los mismos en el proceso en cuestión.

Para ello, utilizaremos dos procedimientos diferentes:

- *Evaluación visual* por parte de expertos en formación cartográfica.
- *Evaluación objetiva* de los parámetros que tratamos a continuación.

### 5.3.1. Evaluación visual

Podemos destacar dos importantes características referidas al análisis visual, como proceso fundamental en el control de la calidad cartográfica: por un lado, tiene un alto componente de *subjetividad*, influido por la experiencia y la formación del profesional que lo lleve a cabo; por otro, no proporciona una valoración cuantitativa del resultado. Poco podemos hacer frente a la primera. Sin embargo, para obtener una calificación cuantitativa de la calidad de una representación cartográfica, tenemos la posibilidad de establecer una serie de parámetros a calificar y unos criterios de valoración cuantitativa para ellos.

Aplicando estas consideraciones al trabajo que nos ocupa, hemos establecido los siguientes conceptos evaluables: 1) **suavizado**, armonía estética del conjunto, en la que se analizará la angulosidad de las líneas debido a la simplificación; 2) **claridad** o calidad estética (ausencia de aglomeración de líneas o empastes); 3) **adaptación a la forma original**, fidelidad del trazado de la línea simplificada con respecto a la original. 4) **topología**, ausencia de autointersecciones, cruces y superposiciones no deseadas.

Estos conceptos fueron calificados con valores enteros entre 1 y 5, según el siguiente criterio: 1 = nada satisfactorio; 2 = poco satisfactorio; 3 = satisfactorio; 4 = bastante satisfactorio; 5 = muy satisfactorio.

Por otra parte, la evaluación se realizó de forma individual por *quince expertos* en formación cartográfica, que dispusieron de la representación de las curvas de nivel originales tras su selección y de las resultantes de la aplicación de los algoritmos, tolerancias y parámetros referidos, todas ellas a escala 1:100.000 y en formato digital e impresas.

### 5.3.2. Evaluación objetiva

Para la evaluación objetiva de los resultados obtenidos mediante el algoritmo de simplificación de Douglas-Peucker hemos establecido los siguientes parámetros evaluables:

- 1) *Porcentaje de reducción del número de puntos (NP)*, adoptando una de las medidas evaluadoras de McMaster (1983, 1986).
- 2) *Porcentaje de reducción en el volumen de almacenamiento (VA)*. Relacionado con el parámetro anterior, aunque no de forma proporcional, ya que la estructura vectorial de los ficheros utilizados, no sólo incluye información referente a los propios puntos que conforman el elemento geográfico, sino también otros datos comunes a la línea original y la generalizada (metadatos, tablas de relación, etc.). Así, con este valor y con el anterior, evaluaremos el verdadero grado de compresión del procedimiento utilizado.
- 3) *Tiempo de ejecución (TE)*.
- 4) *Conflictos topológicos (CT)*. Con objeto de establecer una valoración personal (paralela a la de los expertos), estimamos conveniente revisar los posibles conflictos topológicos de las líneas generalizadas mediante las herramientas que proporciona una aplicación de SIG (GeoMedia Professional, v. 2.5).

Efectivamente, de los anteriores, el parámetro CT es el único aplicable a la evaluación objetiva del suavizado mediante curvas de Bézier, ya que este algoritmo no reduce el número de puntos de la curva original y, por tanto, el volumen de almacenamiento de la curva resultante es el mismo. Por la misma razón, el tiempo de ejecución es idéntico para cualquier valor del parámetro *t* utilizado.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Aplicación del algoritmo de Douglas-Peucker

#### 6.1.1. Cálculo del rango de tolerancias

Con la intención de establecer el rango de tolerancias adecuado para tratar las curvas de nivel con el algoritmo de Douglas-Peucker, hemos estudiado el número de puntos resultantes de aplicar el algoritmo a la muestra de las cuatro curvas antes seleccionadas, con las tolerancias y resultados que se indican en la tabla 3 y en las figuras 11 y 12. Analizando la primera, observamos que a partir una tolerancia de 25 m la reducción en el número de puntos es mínima (menos del 3 % incrementando en 5 m la tolerancia): la línea resultante es muy similar. Por otro lado, los valores bajos de *T* no ofrecen reducciones interesantes hasta alcanzar los 3-4 m. Asimismo, el gráfico de la figura 12 indica una tendencia constante en el porcentaje de reducción de puntos para diferentes tolerancias aplicadas a curvas de diferente sinuosidad.

Tabla 3. Aplicación del algoritmo de Douglas-Peucker a las curvas de nivel de muestra.

Tolerancia (m)	Número de puntos				Tolerancia (m)	Porcentajes			
	Curvas					Curvas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	
0	513	637	288	137	0	100	100	100	100
0.25	513	637	288	136	0,25	100,00	100,00	100,00	99,36
0,5	512	637	288	136	0,5	99,81	100,00	100,00	99,36
1	512	637	287	136	1	99,81	100,00	99,65	99,36
2	499	625	283	130	2	97,27	98,12	98,26	95,54
3	405	505	236	125	3	78,95	78,96	81,94	79,62
4	343	434	204	113	4	66,86	66,56	70,85	70,70
5	288	365	169	86	5	56,14	57,30	58,68	54,78
6	255	307	151	73	6	49,71	48,19	52,43	46,50
7	231	290	142	67	7	45,03	45,53	49,31	42,63
8	211	262	125	64	8	41,13	41,13	43,40	40,76
9	193	236	114	62	9	37,62	37,05	39,58	36,49
10	179	225	105	59	10	34,89	35,37	36,46	37,58
11	166	209	98	53	11	32,36	32,81	34,05	33,76
12	158	201	93	49	12	30,99	31,55	32,29	31,21
13	154	191	90	47	13	30,02	29,98	31,25	29,94
14	145	180	85	46	14	28,27	28,26	29,51	29,30
15	141	169	83	43	15	27,49	26,53	28,82	27,39
16	135	168	80	43	16	26,52	26,37	27,70	27,39
17	130	161	78	39	17	25,34	25,27	27,05	24,84
18	128	154	76	38	18	24,95	24,18	26,39	24,20
19	127	152	73	38	19	24,76	23,86	25,35	24,20
20	123	146	71	38	20	23,98	22,92	24,65	24,20
25	107	122	65	30	25	20,86	19,15	22,57	19,11
30	89	108	63	30	30	17,35	16,95	21,88	19,11
35	78	95	56	28	35	15,20	14,91	19,44	17,83
40	70	89	54	27	40	13,65	13,97	18,75	17,20
45	67	82	47	24	45	13,06	12,87	16,32	15,29
50	64	77	43	23	50	12,48	12,09	14,93	14,65

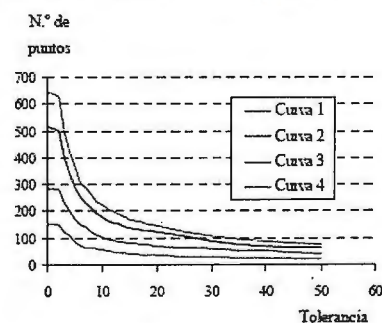


Figura 11. Aplicación del algoritmo de Douglas-Peucker a las curvas de nivel de muestra. Variación del número de puntos.

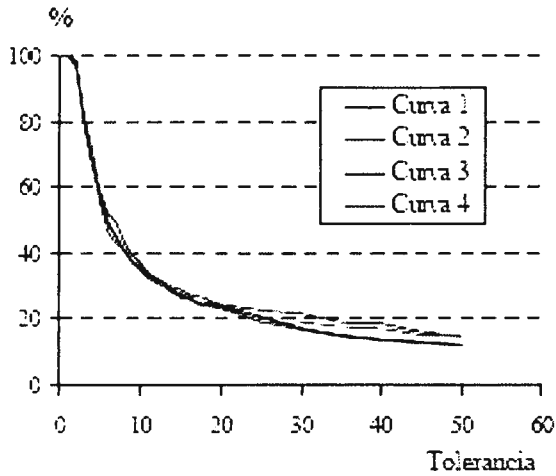


Figura 12. Aplicación del algoritmo de Douglas-Peucker a las curvas de nivel de muestra. Variación del porcentaje de puntos.

Finalmente, advertimos que con una tolerancia de 13 m obtenemos de forma muy aproximada el porcentaje de reducción de puntos que impone el criterio de la normativa de generalización (30 % de los puntos de la línea original). Concediendo un margen de 2-3 % en torno a la norma establecida, centraremos nuestro estudio en los resultados obtenidos con las tolerancias de 11, 13 y 15 m.

### 6.1.2. Aplicación del algoritmo, evaluación y discusión

En la tabla 4 resumimos las puntuaciones obtenidas por los distintos parámetros evaluados, en la que destacamos con fondo gris los valores máximos. La calificación adoptada para los conceptos sometidos a la evaluación de los expertos corresponde a la media aritmética de las puntuaciones proporcionadas por los mismos.

Tolerancia (m)	Evaluación subjetiva (expertos)				Evaluación objetiva			
	Saavizado	Claridad	Adaptación	Topología	NP (%)	VA (%)	TE	CT
11	2,87	2,60	3,87	3,60	32,58	51,91	1'20",76	6
13	2,13	3,07	2,93	3,13	29,18	49,91	1'20",76	9
15	1,49	3,33	1,93	1,87	26,53	47,57	1'20",76	12

Tabla 4. Aplicación del algoritmo de Douglas-Peucker a las curvas de nivel. Resumen de la evaluación.

La tolerancia de 11 m recibe la mejor puntuación por parte de los expertos en cuanto a adaptación a la línea original y a topología, esto último corroborado con la evaluación objetiva de los conflictos topológicos. Por ser superiores a tres puntos, estas calificaciones permiten considerar a estos dos parámetros como "satisfactorios", asumiendo una revisión posterior para la corrección de los cruces entre curvas (tiempo estimado: inferior a un minuto), fácilmente localizables mediante las herramientas topológicas de la aplicación de SIG utilizada. Buscando la mayor tolerancia que no presenta estos conflictos nos remontamos hasta el valor de 6 m, que mejoraría los parámetros anteriores, pero que supondría una menor claridad y, sobre todo, aumentaría el tamaño del fichero muy por encima de lo deseado (NP = 50,12 %; VA = 64,38 %).

Asimismo, la tolerancia de 11 m resulta superior en el suavizado de la línea simplificada, que, por la calificación obtenida (2,87), podríamos considerar "satisfactoria".

Por otra parte, no existe diferencia apreciable en el tiempo invertido en cada proceso de simplificación, como cabía esperar a tenor de las propiedades del algoritmo, ya que la mayor parte del tiempo de proceso es empleado en el cálculo de las distancias de los puntos a cada segmento se-

leccionado, cuyo número no varía de forma significativa por los valores próximos de las tolerancias empleadas.

En relación con la calidad estética (claridad), la tolerancia de 15 m se distancia de las demás. También es superior en cuanto al porcentaje de reducción del número de puntos (NP) y de volumen de almacenamiento (VA), aunque en estos dos casos las diferencias son poco relevantes (6,05 y 4,34 puntos porcentuales entre los valores extremos, respectivamente). Sin embargo, puede considerarse "poco satisfactoria" a tenor de las puntuaciones recibidas en suavizado, adaptación y topología.

En definitiva, estimamos que la **tolerancia de 11 m** es la que proporciona los mejores resultados en conjunto.

## 6.2. Aplicación del algoritmo de curvas de Bézier

### 6.2.1. Cálculo del rango de parámetros

Para analizar el comportamiento del proceso de suavizado mediante curvas de Bézier según los criterios señalados (5.2.2), hemos escogido dos tramos de la curva 2 -seleccionada para nuestro estudio (5.1.2)-, cada uno de ellos formado por cuatro puntos consecutivos, que denominaremos  $P_0$ ,  $P_1$ ,  $P_2$  y  $P_3$ , y con trazados diferentes: en el primero existe un punto de inflexión y, por tanto, cambia el sentido de la curvatura (figura 13), y en el segundo la curvatura mantiene su sentido (figura 14). Aplicando el algoritmo de curvas de Bézier, con los valores del parámetro  $t$  que se indican en cada figura, hemos visualizado los resultados para su estudio (GeoMedia Professional v. 2.5).

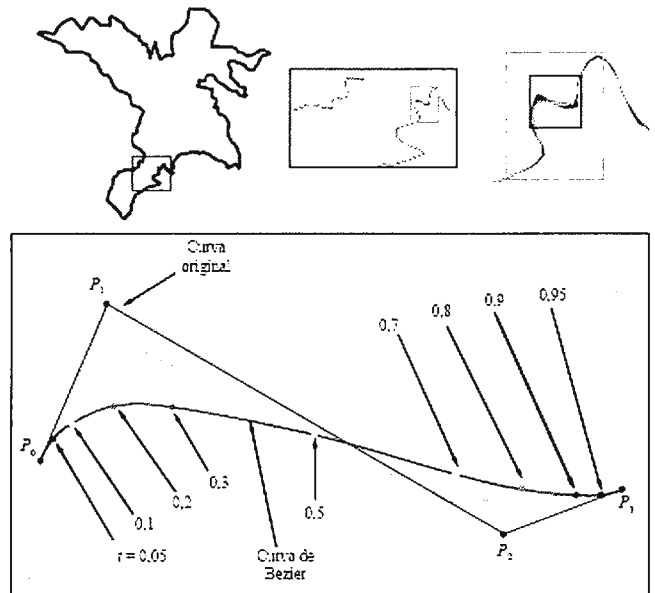


Figura 13. Algoritmo de curvas de Bézier aplicado a la curva 2. Primera muestra de cuatro puntos.

En ambos casos, los puntos calculados con el algoritmo para cada valor de  $t$  determinan la curva de Bézier asociada a los puntos de control elegidos (destacada en rojo). De este análisis podemos extraer las siguientes conclusiones:

- La curva de Bézier se sitúa en la concavidad de la línea original, como, por otra parte, se deduce de sus propiedades (4.2).
- Con valores de  $t$  próximos a cero obtenemos puntos cercanos al nodo inicial  $P_0$ . Utilizando estos valores, el trazado de la curva resultante se adapta mucho al de la curva original.
- Conforme aumenta el valor de  $t$ , el grado de suavizado también aumenta, el trazado de la curva suavizada se

# Sensores Lidar

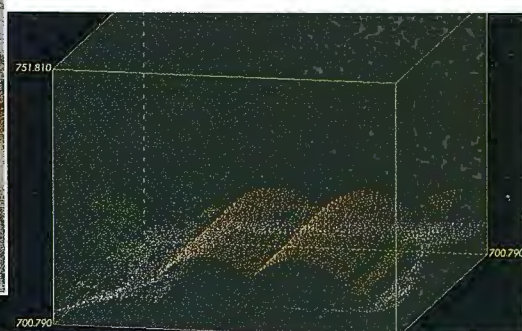
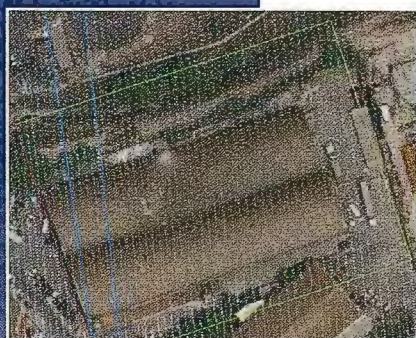
El sistema LIDAR (Light Detection and Ranging) es un sistema láser de medición a distancia, que permite la modelización rápida y precisa del terreno, compuesto por un receptor GPS y un sistema inercial (proporcionan la posición, trayectoria y orientación del láser), un emisor y un barredor (scanner) que permite obtener una nube muy densa y precisa de puntos con coordenadas XYZ.

## Aplicaciones:

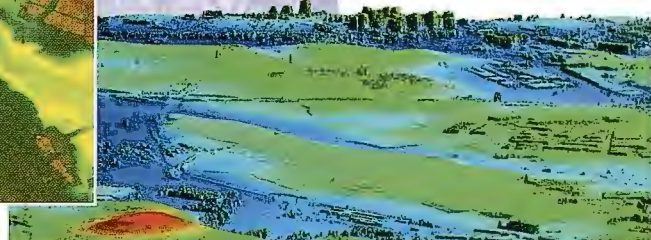
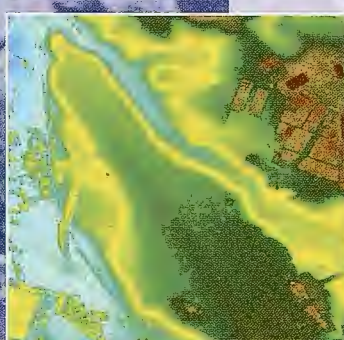
- Aplicaciones cartográficas
- Modelos hidráulicos
- Estudios forestales
- Modelos tridimensionales urbanos
- Seguimientos de costas
- Líneas eléctricas, inventario, puntos críticos

## Productos derivados:

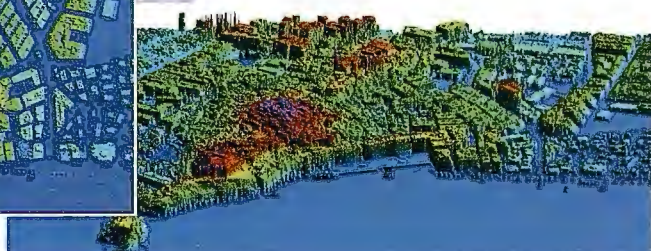
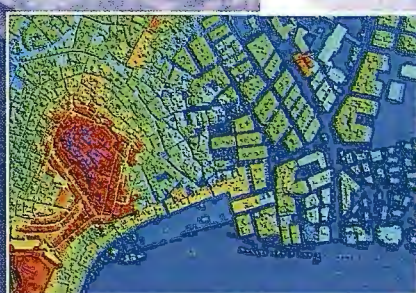
- Curvas de nivel
- Modelos hidráulicos
- TINs
- Cubicaciones
- Perfiles transversales o longitudinales
- Mapas de pendientes
- Mapas de exposiciones
- Visualización 3D



Vuelo digital + LIDAR. 18 cm, Comunidad de Madrid



Aeropuerto de Pamplona. Modelo Digital de Superficie generado por LIDAR - Malla de 2x2m



LIDAR en Almuñécar (Granada) para estudios de inundabilidad

## Ventajas frente a otras técnicas:

- 1 **Precisión altimétrica:** 10-15 cm
- 2 **Densidad de puntos:** 0,5 a 8 puntos/m<sup>2</sup>
- 3 **Homogeneidad** en todas las áreas de un proyecto
- 4 **Obtención de MDT y MSD**
- 5 **Continuidad del MDT:** debajo de arbolado, debajo de edificación, eliminación de estructuras
- 6 **Precio:** Excelente relación precisión/precio
- 7 **Rapidez:** cortos plazos de entrega para grandes superficies



Paseo de la Habana, 200 • 28036 Madrid (Spain)  
Tel: +34 91 343 19 40 • Fax: +34 91 343 19 41 • info@stereocarto.com

www.stereocarto.com



adapta menos al de la original y su desplazamiento aumenta igualmente. Estos valores alcanzan su extremo en  $t = 0,5$ . A partir de este valor, el grado de suavizado vuelve a disminuir y el desplazamiento entre curvas es menor; sin embargo, el trazado de la curva resultante se adapta menos a la curva original.

Recordemos que la generalización de las curvas de nivel debe mantener la necesaria precisión posicional. Por tanto, si pretendemos obtener un resultado que establezca un equilibrio entre la calidad estética a través del suavizado y la referida precisión posicional, las conclusiones anteriores nos dirigen a la elección de valores de  $t$  próximos a cero (figura 15). En caso contrario, el trazado de la curva resultante puede distorsionar de forma inaceptable la verdadera geometría de la entidad representada y ocasionar numerosos conflictos topológicos, sobre todo en el caso de las curvas de nivel. Así, en nuestro estudio consideraremos los valores de **0,025, 0,05 y 0,10** del parámetro  $t$ .

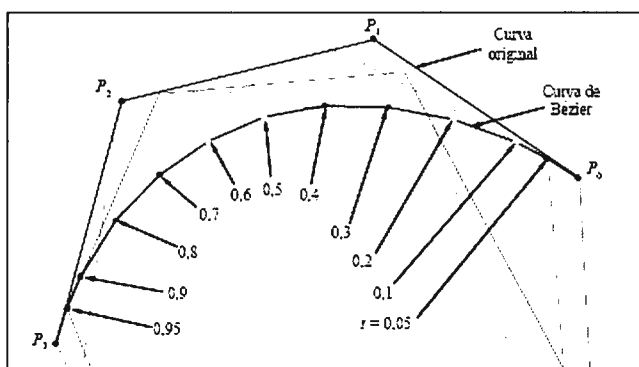


Figura 14. Algoritmo de curvas de Bézier aplicado a la curva 2. Segunda muestra de cuatro puntos.

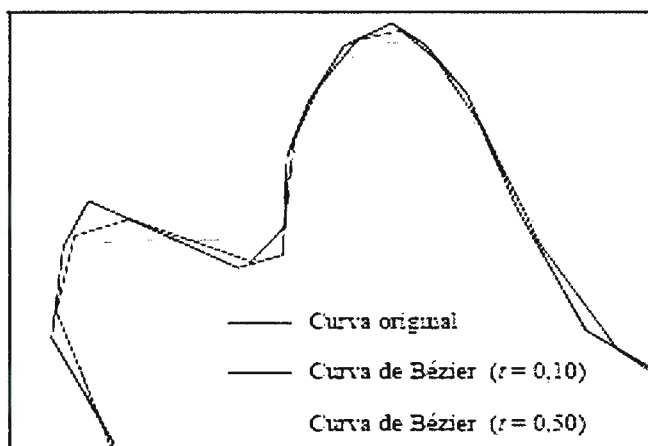


Figura 15. Algoritmo de curvas de Bézier aplicado a la curva 2. Comparación de resultados.

### 6.2.2. Aplicación del algoritmo, evaluación y discusión

Discutiremos los efectos del suavizado mediante las curvas de Bézier aplicado sobre las curvas simplificadas con la tolerancia de 11 m, con la que se obtienen los mejores resultados (6.1.2). Asimismo, suponemos corregidos los conflictos topológicos debidos al proceso de simplificación anterior.

En la tabla 5 resumimos las puntuaciones obtenidas por los distintos parámetros evaluados, en la que destacamos con fondo gris los valores máximos. En los conceptos que constituyen la evaluación subjetiva hemos incluido la media aritmética de las puntuaciones proporcionadas por los expertos que la realizaron.

Parámetro $t$	Evaluación subjetiva (expertos)				Evaluación objetiva
	Suavizado	Claridad	Adaptación	Topología	CT
0,025	3,53	2,93	4,40	3,93	2
0,05	3,80	3,13	3,93	3,53	8
0,10	4,07	3,27	3,47	3,13	16

Tabla 5. Aplicación del algoritmo de curvas de Bézier a las curvas de nivel.

Resumen de la evaluación.

El parámetro  $t = 0,025$  recibe las mejores puntuaciones en cuanto a adaptación a la línea original y topología (podemos considerarlas "bastante satisfactorias"), esta última contrastada mediante la evaluación de los conflictos topológicos con las herramientas del software de SIG utilizado que, asimismo, pone de manifiesto unas diferencias mucho más acusadas entre los diferentes parámetros. Con respecto al suavizado y la calidad estética (claridad), el parámetro  $t = 0,10$  recibe la puntuación más alta, aunque no muy por encima de la inferior (0,54 y 0,34 puntos, respectivamente).

Por todo ello, entendemos que el parámetro  $t = 0,025$  es el que proporciona los mejores resultados en conjunto.

### 6.3. Aplicación de los resultados a otros conjuntos de datos

La aplicación de los valores obtenidos para  $T$  y  $t$  al resto de las hojas de partida (30-23, 29-24 y 30-24, figura 5) proporciona resultados muy similares, lo que viene apoyado por la elección inicial de curvas de nivel de diferente sinusidad (5.1.2, figuras 7 y 8). Esto nos permite considerar estos valores como válidos para toda la serie.

## 7. CONCLUSIONES

### 7.1. Conclusiones generales

En la generalización automática de curvas de nivel, la simplificación del algoritmo de Douglas-Peucker combinada con un suavizado posterior mediante curvas de Bézier proporciona resultados satisfactorios, que mejoran los obtenidos sólo con el primero (Weibel, 1997). No obstante, es necesario seleccionar inicialmente en cada caso un rango reducido de variables (tolerancias  $T$  y parámetros  $t$ , respectivamente) para abreviar el proceso de obtención de las más adecuadas. Además, para conseguir un equilibrio entre la calidad estética y la exactitud posicional, debemos considerar que: a) la tolerancia  $T$  establece el máximo desplazamiento entre la línea original y la simplificada (establecido el rango adecuado, la tolerancia de menor valor ofrece mejores resultados); y b) los parámetros  $t$  próximos a cero ofrecen un menor desplazamiento de la línea resultante con respecto a original. La selección inicial del rango de variables así como la obtención de los resultados posteriores requieren la utilización de un programa informático -como el que hemos implementado- que facilite la introducción de nuevos valores y agilice la presentación de los diferentes resultados.

En cuanto al sistema de evaluación empleado, los resultados del análisis visual de los expertos y de la valoración de

parámetros de carácter objetivo han constituido un sólido criterio de decisión a la hora de elegir las tolerancias y parámetros más adecuados. Por su parte, las herramientas topológicas de la aplicación SIG han resultado concluyentes en la determinación de los posibles conflictos topológicos, cuya detección automática agiliza el proceso de evaluación.

Finalmente, en el proceso de reducción de escala de 1:50.000 a 1:100.000 (Mapa Militar de España) hemos obtenido los mejores resultados aplicando una tolerancia  $T = 11 \text{ m}$  en el algoritmo de simplificación de Douglas-Peucker y un parámetro  $t = 0,025$  en el suavizado mediante curvas de Bézier.

Por tanto, el programa informático implementado y las tolerancias y parámetros analizados, proporcionan soluciones que, por un lado, optimizan la generalización automática de las curvas de nivel, en un proceso de reducción de escala señalado, y, por otro, contribuyen a satisfacer la necesidad de disponer, por parte de los organismos cartográficos, de una "colección de algoritmos documentados y puestos a prueba en condiciones límite" (García, 1999). Asimismo, la metodología utilizada puede constituir un guión de trabajo documentado para desarrollar una de líneas de investigación más necesarias en el proceso de generalización y que proponemos a continuación: la búsqueda de los algoritmos más adecuados para aplicar los diferentes operadores de generalización a las distintas clases de entidad.

## 7.2. Futuras líneas de investigación

Como sucede en la actualidad con cualquier disciplina científica, la pretendida automatización del proceso de generalización cartográfica debe partir de su **normalización**, basada una **documentación** que establezca formalmente la secuencia ordenada de **normas y procedimientos de actuación** que contemplen el proceso por completo y en detalle. Se trata de un desarrollo fundamental para conseguir el mayor grado de automatización posible que permita, a su vez, la incorporación posterior de nuevas tecnologías. Sin embargo, de forma general, el proceso carece de esta necesaria normalización documentada. En el caso que nos ocupa, destacamos, entre los principales aspectos a definir, la definición precisa de las actuaciones necesarias para obtener los elementos geográficos representados en la Serie C a partir de la generalización cartográfica de los propios de la Serie L.

La mayor parte de las actuaciones referidas suponen la aplicación de algunos de los operadores de generalización existentes. Es necesario investigar el **algoritmo más adecuado para el operador necesario en la generalización de cada clase de entidad**, lo que supone elegir, no sólo el propio algoritmo, sino también el parámetro que interviene en el mismo que mejores resultados proporcione. Se trata de ampliar nuestro estudio, referido a una clase de entidad lineal concreta -las curvas de nivel-, al resto de clases que conforman un conjunto de datos geográficos.

Además, para **mantener la consistencia topológica** del conjunto, los algoritmos utilizados deben respetar las relaciones espaciales entre las entidades geográficas que lo componen. Por ejemplo, en cuanto a las curvas de nivel, proponemos implementar una variante de los algoritmos utilizados de forma que preserve la posición relativa con res-

pecto a los puntos de cota y mantenga fijos los nodos que constituyen los cruces con vaguadas, divisorias y elementos hidrográficos de carácter lineal.

## 8. AGRADECIMIENTOS

Al Dr. D. Francisco Javier Ariza López (Universidad de Jaén), por sus orientaciones y su disposición, pilares fundamentales que han constituido gran parte del soporte de este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- AI, T. (2004). *A generalization of contour line based on the extraction and analysis of drainage system*. Proceedings of the XX. ISPRS Congress. Istanbul (Turquei). IV/3.
- BAELLA, B. y PLA, M. (2000). *Some generalization practices on relief representation derived from the topographic database of Catalonia at scale 1:5000*. Proceedings of the 2th Symposium of the Comisión on Mountain Cartography of the ICA. Dresden: 7-16.
- BAELLA, B. y PLA, M. (2003). *An example of database generalization workflow: the topographic database of Catalonia at scale 1:25.000*. ICA Workshop on Map Generalization. Paris.
- BAELLA, B. y PLA, M. (2005). *Reorganizing the topographic database of the Institut Cartogràfic de Catalunya applying generalization*. 8.th ICA Workshop on Generalization and Multiple Representation. A Coruña.
- BELART, P. y ARIZA J. L. (2003). *Generalización de Modelos Digitales del Terreno*. Mapping, 89: 6-18.
- BÉZIER, P. (1968). *Procédé de définition numérique des courbes et surfaces non mathématiques*. Automatismes, XIII(5): 189-196.
- BUTTENFIELD, B. P. (1991). *A rule for describing line feature geometry*. En: Buttenfiel, B.P.; McMaster, R.B. (eds.). *Map Generalization: Making Rules for Knowledge Representation*. Harlow (England): Lognman Scientific & Technical.
- CECCONI, A. (2003). *Integration of cartographic generalization and multi-scale databases for enhanced web mapping*. Tesis doctoral. Directores: Weibel, R; Sester, M. y Burghart, D. Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Zürich.
- CEGET (1994). *L'Alcora. Serie C. Hoja 15-12*. Cartografía Militar de España. Escala 1:100.000. Centro Geográfico del Ejército. Ejército de Tierra. Ministerio de Defensa.
- CEGET (2005a). *Villahermosa del Río. Serie L. Hoja 29-23*. Cartografía Militar de España. Escala 1:50.000. Centro Geográfico del Ejército. Ejército de Tierra. Ministerio de Defensa.
- CEGET (2005b). *Les Coves de Vinromá. Serie L. Hoja 30-23*. Cartografía Militar de España. Escala 1:50.000. Centro Geográfico del Ejército. Ejército de Tierra. Ministerio de Defensa.
- CEGET (2005c). *L'Alcora. Serie L. Hoja 29-24*. Cartografía Militar de España. Escala 1:50.000. Centro Geográfico del Ejército. Ejército de Tierra. Ministerio de Defensa.
- CEGET (2005d). *Benicasim/Benicàssim. Serie L. Hoja 30-24*. Cartografía Militar de España. Escala 1:50.000. Centro Geográfico del Ejército. Ejército de Tierra. Ministerio de Defensa.
- CETINKAYA, B.; ASLAN, S.; SENGUN, Y. S.; COBANÇAYA, O. N. y ILGIN, D. (2006). *Contour simplification with defined spatial accuracy*. ICA Workshop on Generalization and Multiple Representation. Portland, USA.
- CLAYTON, V. H. (1985). *Cartographic generalization: a review of feature simplification and systematic point elimination algorithms*. NOAA Technical Report NOS 112. National Oceanic and Atmosphere Administration. U.S. Department of Commerce. Rockville, MD.
- CUENIN, R. (1972). *Cartographie générale* (Tome I). Paris: Éditions Eyrolles.
- CHEN, Z. (1989). *A spatial low-pass filter working on Triangular Irregular Network (TIN) and restricted by break lines*. Proceedings of Auto-Carto 9. Baltimore, Maryland, USA: 138-145.
- DOUGLAS, D. H. y PEUCKER, T. K. (1973). *Algorithms for the reduction of the number of points required to represent a digitised line or its caricature*. The Canadian Cartographer, 10(2): 112-122.
- DUTTON, G. H. (1981). *Fractal enhancement of cartographic line detail*. The American Cartographer, 8(1): 23-40.
- DUTTON, G. H. (1999). *Scale, sinuosity and point selection in digital line generalization*. Cartography and Geographic

Information Science, 26(1): 33-53.

ESRI (2005). *ArcGIS desktop help (9.1)*. Redlands (USA).

GARCÍA, J. L. (2006). *Automatización de los procesos de segmentación y clasificación de vías de comunicación en generalización cartográfica*. Tesis Doctoral. Director: Ariza, F.J. Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Jaén.

IRIBAS, J. (1999). *Diseño y elaboración de un procedimiento interactivo de obtención del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 por generalización cartográfica del MTN25*. Tesis doctoral. Director: Ferrer, R. Departamento de Ingeniería Geográfica y Técnicas de Expresión Gráfica. Universidad de Cantabria.

JASINSKY, M. J. (1990). *The comparison of complexity measures for cartographic lines*. Technical Report 90-1. Buffalo, New York: National Center for Geographic Information and Analysis.

LEBRÓN, E. A. (2005). *Apuntes de ampliación de Matemáticas*. Ingeniería Técnica en Diseño Industrial. Departamento de Matemática Aplicada II. Escuela Universitaria Politécnica. Universidad de Sevilla.

LI, Z. y LI, C. (1999). *Objective representation of DTM surface in scale dimension*. Proceedings of Joint ISPRS Commission Workshop on Dynamic and Multi Dimensional GIS. Beijing, China: 17-22.

LI, Z. y SUI, H. (2000). *An integrated technique for automated generalization of contour maps*. The Cartographical Journal, 37(1): 29-37.

McMASTER, R. B. (1983). *A quantitative analysis of positional error*. Tesis doctoral. Department of Geography-Meteorology. University of Kansas.

McMASTER, R. B. (1986). *A statistical analysis of mathematical measures for linear simplification*. The American Cartographer, 13(2): 103-117.

McMASTER, R. B. y SHEA, K. S. (1992). *Generalization in digital cartography*. Association of American Cartographers. Washington, D.C.

NAGY, D. (2002). *Generalization and PostScript*. Symposium on Geospatial Theory, Processing and Applications. Ottawa (Canada).

RAPER, J. y GREEN, N. (1989). *GIST! The Geographical Information Systems Tutor*. Birkbeck College.

RAMER, U. (1972). *An interactive procedure for the polygonal approximation of plane curves*. Computer Graphics and Image Processing, 1: 244-256.

ROBINSON, A. H. y SALE, R. D. (1969). *Elements of cartography* (3.th ed.). New York: John Wiley & Sons.

ROSSIGNOLI, J. L., DALDA, A. y BOYERO, F. (1976). *Proyección Universal Transversa Mercator* (Vol. I). Madrid: Servicio Geográfico del Ejército.

SAALFELD, A. (1999). *Topologically consistent line simplification with the Douglas-Peucker algorithm*. Cartography and Geographic Information Science, 26(1): 7-18.

TRAVERSI, C. (1968). *Tecnica cartografica*. Florencia: Instituto Geografico Militare.

VISVALINGAM, M. y WHYATT, J. D. (1990). *The Douglas-Peucker algorithm for line simplification: Re-evaluation through Visualisation*. Computer Graphics Forum, 9(3): 213-228.

VISVALINGAM, M. y WHYATT, J. D. (1993). *Line generalization by repeated elimination of points*. The Cartographic Journal, 30(1): 46-51.

VISVALINGAM, M. y WILLIAMSON, P. J. (1995). *Simplification and generalization of large scale data for roads: a comparison of two filtering algorithms*. Cartographic and Geographic Information Systems, 20(2): 96-106.

WANG, Z. y MÜLLER, J. C. (1998). *Line generalization based on analysis of shape characteristics*. Cartography and Geographic Information Systems, 25(1): 3-15.

WEIBEL, R. (1992). *Model and experiments for adaptive computer-assisted terrain generalization*. Cartography and Geographic Information Systems, 19(3): 133-153.

WEIBEL, R. (1997). *Generalization of spatial data: principles and selected algorithms*. M. van Kreveld, J. Nievergelt, T. Roos, and P. Widmayer (editors), Algorithmic Foundations of Geographic Information Systems, Lectures Notes in Computer Science. Springer, Berlin: 99-152.

WHITE, E. R. (1985). *Assessment of line generalization algorithms using characteristic points*. The American Cartographer, 12(1): 17-28.

**La Tienda Verde**  
**LIBRERÍA ESPECIALIZADA**  
**CARTOGRAFIA**  
**LIBROS Y GUÍAS DE MONTAÑA, NATURALEZA Y VIAJES**  
**DISTRIBUIDORA DE CARTOGRAFIA Y LIBROS DE MONTAÑA**

C/ Maudes, 23 (Viajes y Naturaleza)  
Tel: 915 353 810 / 915 353 794 - Fax: 915 342 639  
C/ Maudes, 38 (Mapas y Libros de Montaña)  
Tel: 915 330 791 / 915 343 257 - Fax: 915 333 244

Distribución.  
Tel: 915 337 351 - Fax: 915 333 244  
Web: [www.tiendaverde.org](http://www.tiendaverde.org)  
e-mail: [info@tiendaverde.org](mailto:info@tiendaverde.org)

# Leica Geosystems Topografía de alta definición



Leica Geosystems High Definition Surveying™ representa el máximo potencial en tecnología de escáneres láser para una captura de datos 3D rápida y productiva.

El único fabricante de escáneres láser que ofrece dos tecnologías HDS:

ScanStation 2	HDS6000
Láser de pulso con rendimiento de estación total	Escáner de fase
Velocidad máxima de 50.000 pts/seg	Velocidad máxima de 500.000 pts/seg
Alcance hasta 300 m	Alcance hasta 50 m
Resolución 1mm	Resolución 1mm
Compensador de doble eje integrado	Sensor de doble eje

- **Clara funcionalidad topográfica**  
 Poligonales, intersecciones inversas, codificación de atributos y replanteos
- **Escaneo de bóveda completa sobre una base nivelante estándar mediante una plataforma de software común**  
 El software de Leica Cyclone combina todas las aplicaciones de un escáner y el flujo de trabajo en un único sistema
- **Nube de puntos para CAD**  
 Cyclone Cloudworx - funciona con AutoCad y Microstation como una aplicación más. Empleando la tecnología Cyclone visualice millones de puntos 3D instantáneamente
- **Transmisión de datos sin interrupciones**  
 Transferencia de datos tanto crudos como procesados por Estación Total, GPS y Escáner Láser a través de Cyclone

Leica Geosystems, s.l.  
 Nicaragua 46, 2ª 2ª, 08029, Barcelona, España  
 Tel.: +34 93 494 94 40 Fax: +34 93 494 94 42  
 Email: info.comercial@leica-geosystems.com

[www.leica-geosystems.com/hds](http://www.leica-geosystems.com/hds)

- when it has to be **right**

**Leica**  
 Geosystems



# GEODESIA PECULIAR EN HUELVA

Jesús Márquez Lillo - Ingeniero Técnico en Topografía

Me considero un apasionado de la profesión de topógrafo y de los olores que desprende el campo cuando entro en él, en esas horas en las que la noche da paso al día, el Sol comienza a asomar entre la arboleda y con un poco de suerte, una cierva trasnochadora se cruzará delante de nosotros. En compañía de su joven prole, apretará sus cuartos traseros escapando a 'pezuñas para que os quiero' de nosotros porque . . . no sabe que, los topógrafos de verdad, amamos y cuidamos la Tierra que pisamos o mejor dicho que medimos.

Con semejantes sentimientos hacia la Profesión de TOPÓGRAFO soy incapaz de escribir un artículo técnico lleno de fórmulas extrañas acerca de la Red Geodésica de Huelva, pero por el contrario, es para mi una auténtica gozada el sentarme a escribir desde mi interior experiencias personales que no tienen otra aspiración que HUMANIZAR la Profesión y hacer pasar un agradable momento con su lectura.-

Tenemos en España una RED de VERTICES GEODÉSICOS que en su día elaboraron y calcularon, lo mejor que pudieron o supieron, otros topógrafos que desempeñaron la profesión antes que nosotros.-

Trata el presente artículo el CASO PECULIAR DE HUELVA o mejor dicho, de tres Vértices Geodésicos Onubenses en concreto, 'CEJO', 'MAZMORRAS' y 'RETAMALES' y de las 'CORRECCIONES GEODÉSICAS ESPECIALES' a aplicar en ellos (no debemos intentar buscarlas en ningún libro técnico).-

Lejos de enfadarme cuando en mi vida profesional detecto Vértices u otras señales topográficas en mal estado, agradezco de corazón que me sucedan estas cosas que desde luego me dibujan una sonrisa en mi cara de topógrafo y me sacan de la cotidianidad laboral y por supuesto, a todos nos hacen ser un poco 'ingeniosos' para salir airosos de ese momento 'calibratorio'.-

Estoy plenamente convencido de que los casos que abordo en el presente artículo no son ni mucho menos únicos, como tampoco creo que sean los últimos que me encuentre en

mi vida profesional, pero a modo de charlar sobre 'GEODESIA ANECDÓTICA'

queda aquí reflejado el caso singular de mi Provincia de Huelva.-

Las CORRECCIONES GEODÉSICAS ESPECIALES a tener en cuenta en HUELVA son :

## **CORRECCIÓN CONJUNTA DE DESPLOME VERTICAL Y DERRUMBE**

Atendiendo otro 'Problema cotidiano de Lindes' que, habiendo pasado a mayores, requerían en el Juzgado de la Palma del Condado de intervención técnica topográfica, soy convocado para aclarar las cosas al Juez y acudo al VÉRTICE 'CEJO' buscando cierto apoyo posicionador en mi trabajo.-

'CEJO' es un Vértice enorme situado en un lugar panorámico y compuesto por una torre de mampostería de casi 7

metros de altura ubicada en el Término Municipal de Escacena del Campo dentro de una finca preciosa que se denomina 'La Pata del Caballo'.-

A priori, todo pintaba ideal desde el punto de vista topográfico y paisajístico, pero cuando llegué al citado vértice no pude evitar sonreír y acordarme de Legendre, Dalby, Clairaut, Euler, Laplace y cuantos se calentaron la cabeza componiendo teoremas geodésicos que en esta ocasión no tienen cabida.-



A finales de Julio de 2.004 y para vergüenza de mis paisanos del Pueblo de Riotinto, se produjo un devastador incendio forestal que, partiendo de forma provocada desde el mismísimo casco urbano del municipio, arrasó con 30.000 hectáreas de montes y dos desdichadas vidas humanas. Ese incendio también devastó la finca de 'La Pata del Caballo' y alcanzó este Vértice Topográfico.-

El viejo cuerpo de mampostería de 'CEJO' recibió el 'abrazo infernal' de las llamas y quedó muy deteriorado y 'herido de muerte'. En la actualidad no es posible utilizarlo sin que peligre la 'vida del artista' o mejor dicho del topógrafo sobre él.-

Lógicamente sus coordenadas topográficas se encuentran desplomadas y desplazadas, siendo imposible su uso.-

## **CORRECCIÓN GEODÉSICA ROBINSO-NIANA**

Cuando Daniel Defoe escribió en 1.719 su 'ROBINSON CRUSOE' no se imaginaba que iba a inspirar tres siglos después una auténtica Corrección Geodésica en Huelva.-



Mis pasos topográficos me colocan en esta ocasión en el 'Cabezo la Divisa', que es un lugar precioso y como siempre 'panorámico' cerca de la localidad onubense de Tharsis.-

Se supone que encontraré allí un cómodo y accesible vértice, 'MAZMORRAS', que posicionará mis coordenadas, pero lo cierto es, que la realidad supera la literatura de Defoe y encuentro allí en 'cuerpo y palos' la auténtica vivienda de Robinson Crusoe, con espejo retrovisor colgando incluido para facilitar las labores acicaladoras de higiene personal del inquilino de la misma.-

No cabe la menor duda de que, en esta ocasión, el Vértice Geodésico ha servido de inspiración a algún guardián forestal para mejorar su calidad de vida en las horas de vigilancia, pero no es menos cierto que ha 'edificado' un entramado de techumbres que hacen difícil, no imposible, nuestro posicionamiento sobre 'MAZMORRAS'. En esta ocasión, a las labores logísticas que nos ayudan a tener acceso a las coordenadas del centrado forzoso, no se les puede dar un mejor nombre que el de 'CORRECCIÓN ROBINSONIANA'.-



## CORRECCIÓN 'ROCIERA'

Tratándose de la Provincia de Huelva no podía faltar en último y no menos importante lugar una 'CORRECCIÓN GEODÉSICAROCIERA'.-

Aquella mañana visité el Vértice 'RETAMALES' dentro del Término Municipal de Huelva, se supone que se trata de una antigua señal tipo 'Torrontegui' con un clavo de nivelación sobre su cuerpo.-

'RETAMALES' forma parte de esos Vértices que 'sacan pecho' orgullosos porque han sido elegidos para formar parte de nuestra RED R.E.G.E.N.T.E de ESPAÑA, formando así parte de un bloque de compensación de cálculo y, por lo tanto, posee unas coordenadas actualizadas y muy precisas.-

Pero 'RETAMALES' tiene otro motivo para sentirse orgulloso, ya que sirve de pedestal a una imagen de la Virgen del Rocío, así como suena, algún paisano ha colocado a la 'Reina de las Marismas' sobre el pilar del Vértice.-

Si pretendemos 'calibrar el GPS' sobre él debemos previamente olvidarnos del concepto de 'CENTRADO FORZOSO', ya que tendremos que agudizar el ingenio para descubrir qué pico de la corona de la Virgen proyecta más centradamente sobre la señal y sujetar sobre ella, a modo de 'OFRENDA TOPOGRÁFICA', nuestro receptor G.P.S.-



La corrección en 'Z' o altitud se presupone más sencilla puesto que consiste, simplemente, en medir la longitud de la imagen de la 'Patrona de Almonte' y sumarla a la Cota prevista para el Vértice.-

Habiendo quedado demostrada la necesidad y conveniencia de la 'CORRECCIÓN ROCIERA' de Primer Orden, nunca mejor dicho, sobre 'RETAMALES', nadie puede poner en duda que en la Provincia de Huelva, mi Provincia, la Patrona de la Geodesia es la Virgen del Rocío y no San Isidoro de Sevilla como se venía considerando hasta este momento.-

Para terminar este artículo, no se me ocurre una forma mejor que enviar un fuerte abrazo a todos aquellos compañeros, topógrafos y ayudantes, con los que tengo la suerte de trabajar y compartir momentos insuperables como los descritos y, especialmente, a mi ayudante 'Kiko' que ha tenido la paciencia de posar en todas las fotos adjuntadas.-

# IMPLEMENTACIÓN EN UN SIG DE LA FAJA FORESTAL HIDRORREGULADORA DE LA CUENCA BACURANAO

Ing. Dunia Liranza de la Cruz, Empresa GEOCUBA Geodesia  
Téc. Lázaro M. Ortiz Espino, Empresa GEOCUBA Geodesia  
Téc. Diana de la C. Rivero Ramírez., Empresa GEOCUBA Geodesia  
XII Convencion y Expo. Internacional

## RESUMEN

Teniendo en cuenta la situación actual de la cuenca Bacuranao así como la necesidad de delimitar y organizar el uso y tenencia de la tierra en la faja forestal hidrorreguladora del Río y Embalse Bacuranao, Peñalver y La Escuelita, el presente trabajo ha propuesto los objetivos de:

Determinar la longitud de la cuenca y área afectada por la faja forestal hidrorreguladora.

Determinar área agrícola que esta afectada por la faja forestal hidrorreguladora.

Implementación de la información en un SIG con la finalidad que toda esta información sirva de base para el estudio y la proyección del servicio forestal estatal y las Empresas de la agricultura para detener el deterioro de la cuenca.

Con el estudio de las cuencas es posible mejorar la evaluación de los riesgos de inundación y la gestión de los recursos hídricos gracias a que es posible medir la entrada, acumulación y salida de sus aguas y planificar y gestionar su aprovechamiento analíticamente.

**Palabras claves:** Estudio de cuencas.

## 1. INTRODUCCIÓN

Con extraordinario placer recibimos la tarea por parte del Servicio Estatal Forestal de hacer un estudio detallado del estado actual en que se encuentra la faja forestal hidrorreguladora de la cuenca Bacuranao.

La problemática ambiental que afecta al planeta se ha acelerado y agudizado en las últimas décadas. La sequía, la falta de protección y cuidado, así como las transformaciones de índole administrativas y sociales continúan incidiendo cada vez con mayor fuerza sobre la protección de las cuencas.

La cuenca Bacuranao está ubicada al Este de la provincia Ciudad de La Habana, en los municipios de La Habana del Este y Guanabacoa, en ella están ubicado los Embalses La Escuelita, Peñalver y Bacuranao, siendo esta la de mayor abasto de agua a la población de la ciudad.

El propósito de este trabajo no es incursionar en una temática de tal envergadura, ni hacer aportes sustanciales, sino **propiciar la reflexión, estudio y aplicación** de la misma en nuestro Grupo para proteger nuestros bienes, fortalecer nuestra imagen, ampliar el mercado y lograr un desarrollo tecnológico acorde a estos tiempos. Es importante que se aprovechen al máximo los beneficios y posibilidades que ofrecen los diversos sistemas nacionales de protección de la cuenca, porque esto se revierte en progreso científico, tecnológico y comercial.

El proyecto **Faja Forestal Hidrorreguladora de la Cuenca**

**Bacuranao** empleando técnicas del Sistema de Información Geográfica se enmarca en el estudio de la cuenca y de la faja que permite mejorar la evaluación de los riesgos de inundación y la gestión de los recursos hídricos, gracias a que es posible medir la entrada, acumulación y salida de sus aguas y planificar y gestionar su aprovechamiento analíticamente, promovido por la delegación de la agricultura de Ciudad de la Habana, representado por el Servicio Estatal Forestal.

## 2. DESARROLLO.

Para el desarrollo de este estudio se tuvo en cuenta la información que brinda el Instituto de Recursos Hídricos sobre la caracterización de los ríos, embalses y la estructura administrativa de los municipios para facilitar la búsqueda de datos establecida por el investigador.

A partir del empleo de los mapas catastrales y topográficos se derivan las diferentes condiciones que permiten representar la realidad del terreno.

El estudio e investigación de todos los elementos que componen el paisaje, tanto cualitativo como cuantitativo de la faja forestal hidrorreguladora de la cuenca Bacuranao se realizó directamente en el campo por ser esta una zona de alto desarrollo agrícola, y la parcela estar ocupada fundamentalmente por campesinos, los cuales tienen desconocimiento del cuidado y conservación de los suelos para evitar la erosión de los mismos y poder contribuir a la protección de la cuenca, además de la intensa sequía que existe en la provincia.

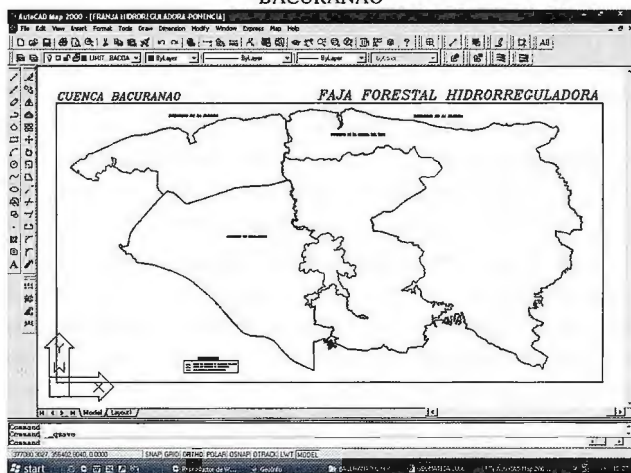
En este trabajo se presenta una implementación del Sistema de Información Geográfica que permitirá la gestión de la información referida a los diferentes tipos de afectaciones en el área de la cuenca, implicaciones en la agricultura, así como hallar el área afectada.

La faja forestal hidrorreguladora fue cartografiada en los mapas y representada en el terreno a partir del nivel de aguas máximas de los ríos y embalses, además que tiene una gran importancia en cuanto al cuidado y conservación del medio ambiente, pues ella ayuda al:

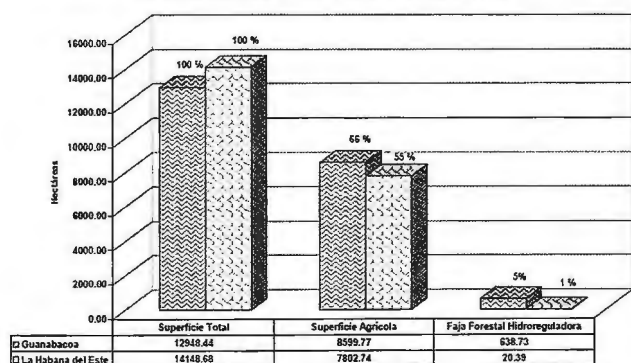
- Alargamiento de la vida útil de los embalses.
- Mejoramiento de la calidad de las aguas al mitigar la carga contaminante que llevan consigo las aguas superficiales.
- Protección de las orillas y causas de las corrientes fluviales.

- Protección de los suelos contra la erosión y su mejoramiento.
- Estabilización de los caudales y disminución de los niveles de inundación.
- Disminución de la evaporación desde la superficie libre del agua al reducir la temperatura del agua y la velocidad del viento.
- Mejoramiento de las condiciones para el desarrollo de la fauna acuática, al ser la temperatura del agua inferior y más estable.
- Brindar abrigo y alimento a la fauna silvestre.
- Producción de productos forestales, madereros y no madereros (miel de abejas, semillas, resinas, etc.).
- Protección de cultivos agrícolas contra plagas, enfermedades y vientos dañinos.
- Mejoramiento del paisaje.
- Disfrute y esparcimiento de la población (Ecoturismo).

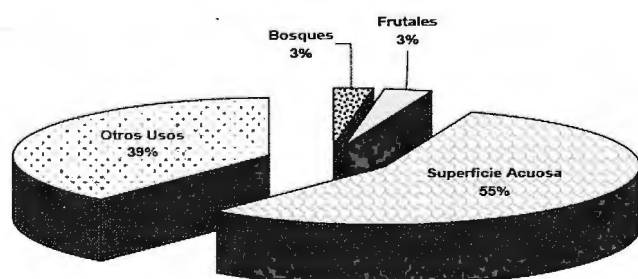
FAJA FORESTAL HIDROREGULADORA DE LA CUENCA BACURANAO



FAJA FORESTAL HIDROREGULADORA EN LOS MUNICIPIOS DE GUANABACOA Y LA HABANA DEL ESTE



USOS DE LA TIERRA QUE CUBREN EL AREA DE LA FAJA FORESTAL HIDROREGULADORA



### Consideraciones tenidas en cuenta para realizar el análisis de la faja forestal hidrorreguladora de la Cuenca Bacuranao.

1. Conocimiento de los procedimientos e instrucciones por parte de los especialistas del Servicio Estatal Forestal y de los ejecutores del trabajo, así como la fiscalización integral por parte del gobierno.
2. El apoyo sostenido por parte de los presidentes de las cooperativas, la ANAP Municipal, Delegación de la Agricultura, especialistas forestales de las Empresas Agrícolas y del Servicio Estatal Forestal.
3. Actualización de la información y los mapas existentes por los especialistas involucrados en el estudio.
4. Investigaciones preliminares del área por los especialistas forestales calificados.
5. Preparación de un personal calificado para enfrentar cualquier situación que aparezca con las personas naturales y jurídicas afectadas por la faja forestal hidrorreguladora.

### 3. CONCLUSIONES

En general, y sin pretender agotar el tema se demuestra que:

- La cuenca tiene una longitud de 18.9 km.
- Se determinó el uso, tenencia y legalidad de la tierra.
- Se determinó que existen 3 Cooperativas de Crédito y Servicio, 4 Unidades Básica de producción Cooperativa y 4 Empresas Estatales que son las responsables de la reforestación de la faja forestal hidrorreguladora.
- Actualmente existen áreas de bosques y frutales que no son suficientes para la regulación hídrica, como por ejemplo, de bosques hay 9 parcelas que ocupan un área de 105.65 ha y dentro de la faja forestal hidrorreguladora solo hay 17.34 ha y los frutales tienen 35 parcelas con un área de 38.14 ha y dentro de la faja existen 19.25 ha.
- El mapa digital nos ha permitido definir el área agrícola
- de las parcelas afectadas por la faja hidrorreguladora y sus características.

Con la introducción del Sistema de Información Geográfica, el Ministerio de la Agricultura cuenta con una herramienta que le facilita la administración y análisis de múltiples aspectos que para ellos hasta ese momento eran interrogantes, además han podido dar respuestas ágiles y precisas a entidades interesadas en conocer el estado actual del ambiente natural de dicho territorio donde está enclavada la cuenca, lo que ha servido para trazarse planes para la conservación y protección del medio ambiente en esos municipios.

### Bibliografía

- Ley Forestal su reglamento y contravenciones. 85/1998.  
 J. A. Herrero: Fajas Forestales Hidrorreguladoras. Dirección Nacional Forestal MINAG 2003.  
 Norma Cubana: Franjas Forestales de las zonas de protección a embalses y causas fluviales. 23: 1999.  
 Norma Cubana: Actualización del Catastro Nacional. 1313: 1986.  
 Manual de Símbolos Convencionales. Año 1983.  
 Metodología General para la creación de la Cartografía Digital del Catastro Nacional.

# UN CAPÍTULO MENOR DE LA HISTORIA DE LA CARTOGRAFÍA. TESTIMONIOS ESCRITOS SOBRE LA EXISTENCIA Y EL USO DE MAPAS EN EL PERIODO PREPTOLEMAICO



Antonio T. Reguera Rodríguez, Catedrático de Geografía Humana.  
Dpto. de Geografía y Geología, Universidad de León

## Resumen

Los mapas contienen valiosa información científico-técnica, además de un complejo sistema de significación ideológica, sobre las sociedades en las que fueron elaborados. Los relacionados con las sociedades primitivas y de la Antigüedad, debido al paso del tiempo y a los soportes inconsistentes en los que fueron dibujados o grabados, han desaparecido en la mayoría de los casos como objetos materiales, impidiendo de hecho la reconstrucción histórica de una cartografía experimental. Pero nos quedan testimonios escritos sobre su existencia y el uso que de ellos se hizo. Con la recopilación de estos testimonios, situados en el contexto histórico correspondiente, podemos formar un capítulo menor de la historia de la cartografía. Este ha sido nuestro propósito.

**Palabras clave:** Historia de la cartografía. Testimonios sobre representaciones de la Tierra. Discos, escudos, cartas, tablas, cuadros, mapas.

## Abstract

Maps contain valuable information about the science, technology and complex ideological beliefs of the societies which produced them. Due to the passing of time and the fragile materials used, the majority of the maps developed by primitive and classical civilisations have disappeared in their material form, making an historical reconstruction of experimental cartography impossible. However, written documents testifying to their existence and the use to which they were put remain. The compilation of these texts, within their historical context, forms a small chapter in the history of cartography. Such is the aim of this research.

**Key words:** History of Cartography, documents about representations of the Earth, disks, shields, charts, tables, pictures, maps.

## 1. Las condiciones de vida y la conciencia espacial

Por razones ligadas a la propia constitución biológica primero y de supervivencia después, todos los pueblos primitivos debieron alcanzar cierto grado de desarrollo en la formación de la conciencia espacial. Algunos no supera-

ron una elemental relación de posición, mientras que otros, tras la práctica de la agregación sucesiva en el dominio del espacio, llegaron a descubrir la idea de límite. El manejo de tres dimensiones era algo intelectualmente muy avanzado, pues anunciaba el inmediato acceso a la abstracción. Y alcanzada la abstracción, llegará el trazado de mapas.

De muchos pueblos primitivos sabemos que alcanzaron esta fase porque conocemos las huellas que resistieron al paso del tiempo y a la destrucción humana(1). En algún caso, el mismo testimonio que nos revela la capacidad de un hombre primitivo para trazar un mapa, nos descubre la imposibilidad material de la pervivencia del suceso. Es muy revelador a propósito el relato que C. Levi-Strauss hace de su encuentro con los nambiquara, una tribu que habita en la cuenca del Amazonas. De un jefe de aldea que colaboraba en sus indagaciones dice: "elaboraba un itinerario especialmente adaptado a mis necesidades y, llegado el caso, lo describía, trazando un mapa sobre la arena"(2). Conocía evidentemente, hasta haberlo interiorizado, el territorio de la tribu, y con toda probabilidad, la franja extralímite en la que debería encontrarse con los competidores de otras tribus.

Fue en estos escenarios donde se desarrolló una geografía primitiva que se ocupa de los espacios de tránsito generados por el hombre cazador, y de los primeros espacios de cultivo seleccionados por el hombre productor. En tales circunstancias, la línea del horizonte podía marcar un límite efectivo, tanto a la experiencia vital, como al propio conocimiento, sin margen posible para la especulación. Predominaba, por tanto, la representación de lugares o de espacios de dimensiones topográficas.

Cuando algunas sociedades logran extender su presencia y dominio a la totalidad de una cuenca, el cambio de escala que se produce no lo es sólo por razones cuantitativas; varias revoluciones en los órdenes productivo -agrícola- y organizativo -Estado- están en marcha, condicionando a su vez cambios de la misma profundidad en el mundo del pensamiento y en el de las formas que lo representan. Son muy conocidos algunos mapas, en diferentes soportes como son las tablillas de terracota o los papiros, elabo-

rados en el seno de las culturas mesopotámicas y egipcias con una antigüedad de entre dos mil quinientos y tres mil años. La cuenca es su mundo y es el mundo, abrazado por el gran río exterior u océano. Y salvo que se trate de representar unas canteras o cualquier otro episodio de la vida cotidiana, existe ya una preocupación por la dimensión geográfica. Ésta no se alcanza al margen de la propia dinámica de conquista y proyección que siguen estas sociedades. Incluso será la propia conquista y dominación del territorio las que promueven su visualización en representaciones que en algún momento han sido consideradas como la invención de los primeros mapas.

## 2. Los discos de héroes y reyes

Las denominadas "Memorias" de Ramsés el Grande, formadas por la colecta de los numerosos textos e imágenes que describen su vida, sus conquistas y el dominio que ejerció durante sesenta y siete años de reinado, están salpicadas de testimonios que nos hablan de la representación geográfica como un instrumento de poder. Ya una de sus biografías nos dice que la geografía fue una de las materias de estudio en las que el Ramsés escolar empezaría a destacar, al mismo tiempo que fue comprendiendo la importancia que para Egipto tenían las expediciones guerreras al Oriente Próximo, al objeto de controlar los puertos comerciales de la costa fenicia y asegurar la provisión de madera y de metales(3). Pero, volviendo a las "Memorias", éstas nos dicen que después de hacer pintar en las paredes del palacio los paisajes del Nilo, de sus pantanos y de la tierra de Egipto, quiso literalmente ver el mundo a sus pies. Para ello ordenó que fuera esculpida en el pedestal del trono del palacio de Luxor la imagen de los Nueve Arcos, que "simbolizaba las tierras extranjeras que tenía bajo su dominio"(4). De la topografía del valle ascendió Ramsés a la geografía del Imperio, y de ésta a una concepción cosmográfica que empieza a intuir cuando desde su trono se siente señor del mundo y lo observa volviendo la vista hacia los cuatro puntos cardinales: "primero al sur y al norte, que constituían el eje rector de la vida de Egipto, conforme al curso seguido por el Nilo, y después al oeste y al este, horizontes esenciales del ciclo solar"(5). Los cortesanos que proclamaban su poderío podían en consecuencia afirmar: "los límites de tus fronteras tocan los confines del cielo; todo lo que éste cubre está bajo tu autoridad; lo que encierra el Disco, bajo tu mirada, y lo que baña el Verdísimo se halla sometido a ti, mientras pises la tierra y te sientes en el trono de Horus, radiante rey de los vivientes"(6). El Disco era la forma, en parte vista y en parte intuida, de una Tierra plana; el Verdísimo, el Océano exterior o Gran Círculo que definía con su abrazo los confines de la Tierra.

Si fue la difusión cultural y no el desarrollo endógeno lo que propició la aparición de esas mismas representaciones en otras sociedades, entonces el conocido mapa mesopotámico (7), grabado en una tablilla de arcilla, de difícil precisión cronológica, pero que podría estar representando una visión del mundo elaborada tras las conquistas del rey Sargón de Accad, debería estar emparentado con el Disco egipcio. Pero nada podemos asegurar al respecto, más allá de constatar que ambas sociedades, la

egipcia y la mesopotámica, gustaron de observar con la vista todo cuanto componía su dominio. Y en la medida en que lo hicieron, nos mostraron un punto de arrogancia, haciendo del mapa una nueva conquista prometeica que robaba a los dioses la visión del mundo. Aunque de momento, se la apropiaron los héroes.

El "país de Ramsés", a quien se le supone dominador de una Tierra en su longitud y en su latitud, es evocado por sus socios o súbditos de los confines, por los redactores de la Biblia y por los pueblos que protagonizan la agitación cultural del Egeo. De los héroes vencedores de la guerra de Troya se sabe que llegaron a Egipto en viajes cuyo destino eran los puertos del delta del Nilo, favorecidos por fuerzas naturales: "los vientos etesios, que soplan del norte cada verano, empujaban de forma natural hacia ese lugar a los barcos provenientes de Jonia y del Egeo"(8). El comercio sería entonces la parte más visible de una relación cultural más amplia, que pudo incluir el conocimiento del Disco de Ramsés. Lo cierto es que vemos reproducida la esencia de su contenido, que es la descripción del mundo, en la épica homérica. Nos referimos al escudo de Aquiles, cuya descripción ha hecho de la *Ilíada* una referencia obligada en las historias de la Cosmografía y de la representación del mundo.

Cuando Hefesto acepta construir la nueva armadura de Aquiles, no sólo está poniendo su forja al servicio de los vencedores en la guerra de Troya; la representación que hace del mundo en el escudo del héroe victorioso podía ser interpretada como "un símbolo de poder"(9). Era el poder al que aspiraban los átridas, impulsando la expansión aquea por el Egeo y las costas de Jonia, alguno de cuyos puntos, como Troya, eran del máximo valor estratégico al controlar los estrechos que daban acceso al Ponto. Las conquistas y el Disco de Ramsés, no lejanos en el tiempo de la contienda troyana, serán así replicados con el propósito de universalizar su significado. Tideo, uno de los siete héroes que dirigen el ataque contra la ciudad de Tebas, cuyo trono Edipo había abandonado, había grabado en su escudo como emblema "un cielo fulgurante con sus astros, (en el que) se ve, en el centro, la luna llena, prez de los astros, ojo de la noche"; a lo que Eteocles, el hijo de Edipo que defendía la ciudad, responde: "yo no entiendo de ornatos de guerreros, que los emblemas no han herido nunca"(10). Pero al mismo tiempo piensa en un efecto perturbador: "esa noche que describes en el cielo con todas sus estrellas para alguien puede ser un mal agujero"(11). Este mismo efecto que debe favorecer la acción del guerrero que lo porta es anunciado por el coro de mujeres argólicas que en la tragedia de *Electra* canta la gloria de Aquiles: "a alguien llegado de Ilión oí hablar, en los puertos de Nauplia, de tu magnífico escudo, de hijo de Tetis, de los signos labrados en círculo, terror de los frigios"; y continúa: "en la mitad de su enorme escudo -el de Aquiles- el círculo del sol brilla radiante desde las alturas, sobre caballos alados. Los coros danzantes de astros en el éter, las Pléyades, las Híades, terribles los ojos de Héctor"(12). El escudo de Aquiles pudiera tener una simbología muy compleja, pero el héroe que lo porta parece estar más cercano a los hombres que a los dioses. En la representación del mundo que contiene, Homero habría querido reflejar el

incipiente humanismo que late en toda su obra; y lo hace colocando al hombre frente al cosmos. El círculo central del mismo está ocupado por una columna cósmica en la que figuran la tierra, el mar y el cielo, con el "infatigable sol y la luna llena, así como todos los astros que coronan el firmamento"(13). En su entorno, tres coronas o círculos concéntricos, a su vez seccionados, recogen las actividades y creaciones humanas, siendo la más importante de todas la ciudad; una ciudad que es concebida bajo el prisma de una contradicción. Por un lado se representa una ciudad en paz, con jóvenes en diversión, hombres reunidos en el mercado y ancianos formando el círculo sagrado. Por otra, la ciudad se convierte en un escenario de guerra, asediada por dos ejércitos que buscan saquearla y repartirse sus riquezas. Ulises es literalmente calificado de "saqueador de ciudades"(14). La segunda corona representa el campo cultivado bajo tres modalidades: una fértil campiña con agricultores labrando la tierra, un dominio real en el que los jornaleros realizan labores de siega, y una viña con su fruto en plena madurez en la que doncellas y mozos disfrutaban con el ritual de la vendimia. Más allá, en la tercera corona, extienden su presencia las actividades ganaderas, concretadas en una vacada y sus pastores y en un pastizal y un rebaño de ovejas. El tercer subsector de esta corona era literalmente "una pista de baile"; es decir, un escenario para la fiesta y la relación social entre los jóvenes, rodeados por un público que observa las celebraciones, los encuentros y tal vez la preparación de emparejamientos. Si la fiesta se concibe finalmente como un mecanismo de reproducción social que garantiza la continuidad de la sociedad homérica, ningún otro escenario o geografía específica era preciso incluir en esta síntesis del mundo. En consecuencia, si el Océano, o gran río exterior, definía el contorno de la Tierra, debía su curso ser representado "a lo largo del borde más extremo del sólido escudo"(15).

Aunque Herodoto sitúa a Homero cuatrocientos años antes que él(16), por lo tanto hacia mediados del siglo IX; sin embargo, en la actualidad se admite que habría vivido y compuesto la *Ilíada* un siglo más tarde, hacia el 750(17). Faltaban aún dos siglos para llegar a mediados del VI y encontrarnos con las nuevas creaciones del pensamiento racional que empezaban a emerger del emporio milesio, entre las que debemos destacar ahora la denominada carta jonia: un primer mapa en el que se representa una visión de la Tierra completada con la suma de la experiencia viajera y colonizadora y la especulación racional. Pero, ¿qué ocurrió durante ese periodo que media entre la descripción homérica del escudo de Aquiles y el dibujo del primer mapa, atribuido a Anaximandro?

De utilidad para nuestro trabajo podemos reconocer algunas huellas en las obras de Hesíodo, quien debió vivir finalizada ya la denominada "época oscura", entre finales del siglo VIII y la primera mitad del VII. En la obra el Escudo de Heracles, que se le atribuye, no sin discrepancias que han motivado indagaciones con resultados muy favorables a su autoría (18), siguen apareciendo reflejos de la discografía homérica. Fue el propio Hefesto quien labró este nuevo disco por encargo de Zeus, aunque su destinatario, Heracles, que lucha para que prevalezca la justicia

de Zeus, lo utilizará "para limpiar el mundo de violencia e injusticias"(19). No era este precisamente el ideal de Aquiles. Pero al igual que el escudo de Aquiles representaba la idea y la organización de un mundo dominado por los héroes, el de Heracles también nos describe la realidad que circunda al héroe. Contiene elementos geográficos tales como el Olimpo, una plaza, un puerto, una ciudad en guerra y una ciudad en paz y, como cierre, el Océano: "por la orla se extendía el Océano como si lo desbordara; limitaba por completo el muy artístico escudo"(20). En la Teogonía el desarrollo mítico contiene elementos geográficos. Parejas de divinidades, como Tetis y Océano, engendran ríos y ninfas, y entre estas deidades de las aguas figuran Europa y Asia (21). Pudo ser esta la primera referencia nominal, que hoy conocemos, a las partes de la Tierra situadas a occidente y oriente del Egeo y de la línea del boreas que sobre el mundo griego se proyectaba. Si la propia palabra Europa fuera de origen semítico -ereb-, eresignificaría "poniente"(22). Y finalmente, en *Los trabajos y los días* Hesíodo habla de una Tierra con varios núcleos de poblamiento cuando sitúa a la parte de la estirpe divina de héroes y semidioses, no desaparecidos en las guerras de Tebas y Troya, residiendo "lejos de los hombres, hacia los confines de la tierra"(23). Aparte de abrir el camino que conduciría en el futuro hasta las explicaciones de Sócrates a sus discípulos sobre la existencia en la Tierra de ecumenes múltiples, Hesíodo ponía las bases de un cuerpo de conocimientos, en adelante denominado geografía, tejido de especulaciones y de experiencias. Como experiencia, ninguna igualaba a la expansión marítima en su contribución al conocimiento geográfico. El propio Hesíodo vivió en una época en la que las polis en formación y con menos recursos se ven impelidas a la aventura colonial por el Mediterráneo y el Ponto; y de alguna forma quiso dejar testimonio de las preocupaciones prácticas subsiguientes en su "Calendario de la navegación", un destacado epígrafe de *Los trabajos y los días* en el que relaciona los tiempos en los que era aconsejable detener las naves y dedicarse a trabajar en el campo, y cuándo el espíritu podía volverse hacia el comercio "para librarse de las deudas y de la ingrata hambre"(24).

Al mismo tiempo que se va desarrollando la Hélade como realidad geopolítica y cultural, debemos entender que crecía el interés por definir su posición en un mundo que se intuía ordenado, respecto a un centro, unas partes y un océano exterior. Pero para este propósito, el disco de los héroes, con sus limitaciones geográficas, ya no era suficiente. De un integrante de la Escuela de Mileto, Anaximandro, tenemos noticias no sólo de su experiencia como navegante, también de sus preocupaciones cartográficas, que le atribuyen el dibujo del primer mapa de la Tierra.

### 3. La carta jonia

Debemos a Estrabón, conocedor de la tradición geográfica helenística, la noticia, que toma de Eratóstenes, de que Anaximandro, discípulo y conciudadano de Tales, "publicó la primera carta geográfica"(25). Diógenes Laercio, por su parte, da una versión algo diferente de Anaximandro como pionero de los trabajos geográficos: "fue el primero que describió la circunferencia de la tierra y mar, y construyó una esfera"(26). El contenido de la carta sólo ha podido

# ingesis

En distribución de material topográfico abarcamos desde venta y alquiler de equipos hasta un servicio postventa muy efectivo. El equipo técnico de INGESIS está formado por personal cualificado para atender cualquier consulta o duda que pueda surgirle al cliente.

Al ser usuarios de los productos ofertados estamos habituados a encontrarnos con todo tipo de situaciones, ofreciendo al cliente no solo una formación sino también nuestra experiencia.

DISTRIBUIDOR AUTORIZADO PARA ANDALUCÍA

**Leica** when it has to be **right**  
**Geosystems**

**Autodesk®** diseña herramientas especializadas y las acerca a sus clientes a través de sus distribuidores autorizados para ofrecerles una atención personalizada.

INGESIS como distribuidor autorizado está cerca de sus clientes para atender sus necesidades y darle el soporte necesario en el momento adecuado.



## GPS 1200

SMARTOVER

TOTALMENTE COMPATIBLE CON LA RED ANDALUZA DE POSICIONAMIENTO

## GPS 900

CON PRECISIÓN CENTIMÉTRICA A UN PRECIO EXCEPCIONAL

### CÓRDOBA

Periodista Antonio Rodríguez Mesa\_L.10\_14010

957 752 392

957 751 388

### MÁLAGA

Iván Paulov, 8\_bloque 1\_oficina 1\_29590

Parque Tecnológico de Andalucía

952 020 240

952 020 171

[ingesis@ingesis.net](mailto:ingesis@ingesis.net)

[www.ingesis.net](http://www.ingesis.net)

GPS | ESTACIONES TOTALES | CONTROL DE MAQUINARIA | NIVELES Y ACCESORIOS | LASER



ser determinado por hipótesis que se fundamentan en el estado de los conocimientos geográficos en la época en la que vivió su autor, 610-546 a. Un disco representa una Tierra de forma cilíndrica, en la que Anaximandro creía(27), cuya altura o espesor era un tercio de su anchura. La configuración interior de tierras y mares gira en torno al Mediterráneo, ya ampliamente conocido por cartagineses y griegos; y al norte y al sur del mismo figuran, respectivamente, Europa y Asia, ésta incluyendo Libia (África). Si hacemos un recorrido circular por los límites del ecumene en contacto con el Océano exterior, siguiendo las agujas del reloj, nos encontramos con las Columnas de Hércules, las islas Casitérides, las riberas de los Hiperbóreos, el mar Caspio convertido en un golfo, la India, el golfo Pérsico, Arabia y su golfo (Mar Rojo) y el país de los Etiópes. La presencia de los persas en el Asia Menor podría explicar que en Mileto, en la primera mitad del siglo VI, se tuviera una idea ya tan precisa de la configuración del ecumene en su parte oriental.

Hecateo de Mileto, que nació tres años antes de morir Anaximandro, hizo del mapa de éste su propia versión. Por el tiempo en el que vivió, 549-472 a., pudo tener conocimiento de los periplos del navegante jonio Escilax de Carianda por el Índico en el último cuarto del siglo VI, realizados a instancias del rey persa Darío I(28); sin embargo, estos avances informativos modifican en muy poco su mapa, también de reconstrucción hipotética, con respecto al de su antecesor(29). Se ha destacado en cambio la utilización de esta fuente de información, los periplos propios y los ajenos, para la composición de su Periégesis, una obra de descripción geográfica de la Tierra conocida que le situaba a Hecateo como primer gran tratadista del género(30).

La idea de una carta jonia se sustenta en la existencia de un primer mapa -que conozcamos, el de Anaximandro- que es recibido por las generaciones posteriores hasta convertirse en un patrimonio común. El propio gobernador de la ciudad de Mileto, Aristágoras, contemporáneo de Hecateo, disponía de un mapa del que cabe suponer que sería copia o trasunto del utilizado por el geógrafo. Sabemos por Herodoto que estaba grabado en una plancha de bronce y que fue utilizado por el gobernador como un instrumento de acción política. Aristágoras viaja a Esparta para recabar ayuda de Cleómedes, su máxima autoridad, y librarse de la presión que sobre las ciudades del Asia Menor estaban ejerciendo los persas. Llevaba consigo "una plancha de bronce en la que estaba grabado el contorno de la tierra toda, y todo el mar y todos los ríos", explicando sobre la misma a Cleómedes cómo se disponían los pueblos del Asia Menor y la cantidad de recursos y riquezas que sería posible obtener tras una campaña victoriosa: "viven confinando unos con otros, como te explicaré: con estos jonios que ahí ves confinan los libios, que poseen una fértil región y son riquísimos en plata. Así decía señalando el contorno de la tierra que traía grabado en la plancha. Con los lidios -continuaba Aristágoras- confinan por el Levante los frigios, que son los hombres más opulentos en ganado y en frutos de cuantos yo sepa. Confinan con los frigios los capadocios...Sus vecinos son los cilicios que se extienden hasta el mar, en que se halla la isla de

Chipre que ahí ves...A orillas de este río Coaspes está situada Susa, que ahí ves, donde reside el gran Rey y donde están las cámaras de su tesoro; como toméis esta ciudad, a buen seguro podréis contender en riqueza con el mismo Zeus"(31). Cleómedes rechazó el plan de Aristágoras y le invitó a abandonar Esparta después de conocer que el ejército espartano debería caminar durante más de tres meses para llegar desde la costa de Jonia hasta la capital persa.

El mismo Herodoto nos dice que Aristágoras no regresó de inmediato a su ciudad, Mileto, sino que de Esparta se dirigió a Atenas(32). Aquí debió exponer también su plan auxiliado de su mapa, pero no podríamos asegurar que éste hubiera sido el primer contacto de políticos y filósofos atenienses con la carta jonia. Habría llegado con anterioridad por otras vías que trataremos de explorar en el epígrafe siguiente.

#### **4. El mapa de toda la Tierra expuesto en Atenas**

El movimiento filosófico desarrollado en Jonia durante el siglo VI se proyecta hacia Atenas, centro del poder político y militar, desde el comienzo de la centuria siguiente. Son personajes concretos los que protagonizan la transferencia de ideas, conocimientos y métodos para el estudio y comprensión del mundo. En el siguiente texto podemos apreciar el puente intelectual que se establece entre cinco "amantes del saber" o filósofos del máximo nivel: "Anaximandro preparó a Anaxímenes para que éste pudiera llegar a ser maestro de Anaxágoras; y éste, una vez que se marchó de Mileto, fue a Atenas, donde Arquelaos -de quien fue discípulo Sócrates- fue el primer ateniense al que estimuló a filosofar"(33). La piedra angular del puente la ocupa sin duda Anaxágoras, quien trasladó su escuela desde Jonia a Atenas para dedicarse a la enseñanza bajo la protección de Pericles. Sus lecciones sobre la ciencia del cielo, que era su especialidad, y sobre la de la tierra en particular, debieron apoyarse en la acreditada representación del mundo de sus maestros milesios; pero en rigor no tenemos constancia explícita de su relación con la carta jonia. De modo que, ya fueran políticos como Aristágoras, que viajó con ella a Atenas como vimos, o filósofos como Anaxágoras, que la debió conocer durante su etapa jonia, o incluso el mismo Herodoto, quien nos trasmite el encuentro entre Aristágoras y Cleómedes, y trabajó en una descripción del mundo una vez hubo regresado de sus viajes, lo cierto es que en la segunda mitad del siglo V los atenienses disponían de un mapa de toda la Tierra en algún lugar público de la ciudad. Estas exposiciones públicas eran una manera de informar e instruir a los ciudadanos sobre temas relevantes relacionados con el gobierno de la polis. En la época de Solón, durante su Arcontado, se difundía el conocimiento de sus leyes mediante soportes físicos llamados axones, que eran unas vigas de madera que giraban sobre bastidores, y por medio de los kyrbeis, o estelas de piedra o bronce con tres o cuatro lados, ubicados en el ágora o en otros lugares públicos(34).

Una escena en la que se aprecia el valor didáctico del "mapa de toda la tierra" se describe en la obra de Aristófanes, Las nubes, presentada en el año 423. En ella un agricultor ateniense, Estrepsíades, se dirige a un discípulo de

Sócrates, al que le pide que le presente al maestro "lo más aprisa que puedas, que quiero ser su discípulo". Entonces, una máquina escénica sitúa en el escenario a varios grupos de discípulos. Unos "investigan lo que hay bajo la tierra", otros "aprenden astronomía por su cuenta"; y cuando el agricultor se interesa por el significado y la utilidad de algunos objetos, el diálogo se desarrolla en los siguientes términos:

*Estrepsíades.*- ¡Por los dioses!, ¿qué es esto? Dime.

*Discípulo.*- Esto de aquí es astronomía.

*Estrepsíades.*- Y eso otro, ¿qué es?

*Discípulo.*- Es geometría.

*Estrepsíades.*- Y, ¿para qué sirve?

*Discípulo.*- Para medir la tierra.

*Estrepsíades.*- ¿La que se adjudica en partes?

*Discípulo.*- No, toda la tierra.

*Estrepsíades.*- ¡Qué cosa más buena! Esa idea es democrática y útil.

*Discípulo.*- Y éste es un mapa de toda la tierra. ¿Ves? Aquí está Atenas.

*Estrepsíades.*- ¿Qué dices? No lo creo, porque no veo a los jueces en sesión.

*Discípulo.*- Puedes estar seguro de que este territorio es el Ática.

*Estrepsíades.*- ¿Y dónde están los de Cicina, mis vecinos?

*Discípulo.*- Están justamente aquí (señalando la zona en el mapa). Y esta, como ves, es Eubea, situada a lo largo del continente un buen trecho.

*Estrepsíades.*- Lo sé bien, pues la situamos fuera de juego nosotros con Pericles. Pero, ¿dónde está Lacedemonia?

*Discípulo.*- ¿Qué dónde está? Ahí la tienes (señalando).

*Estrepsíades.*- ¡Qué cerca de nosotros! Planteaos de nuevo esto: apartarla de nosotros todo lo posible.

*Discípulo.*- No se puede.

*Estrepsíades.*- ¡Por Zeus! Os pesará entonces. (Sócrates aparece en un cesto colgado del techo mediante una grúa). ¡Anda!, y ¿quién es ese hombre que está en la cuerda colgada del gancho?

*Discípulo.*- Es él.

*Estrepsíades.*- ¿Él, quién?

*Discípulo.*- Sócrates (35).

Esta lección de geografía ante el mapa tiene varios elementos en común con otra en la que los protagonistas son el mismo Sócrates y Alcibíades. Alcibíades era un joven ateniense poseído por la cantidad de riqueza que poseía. Pertenecía a una de las familias más destacadas de Atenas y de toda Grecia. Se había educado bajo la tutoría de Pericles, desarrollando una ambición política impulsora del imperialismo ateniense, primero sobre todo el mundo griego, y después como primera potencia en el Mediterráneo(36). Sócrates le suponía incluso ambiciones no tan limitadas: "alcanzarás el mayor poder en la ciudad; mas si aquí fueses el más poderoso, también lo serías en el resto de Grecia, y no sólo entre nosotros, sino incluso entre los bárbaros que habitan nuestro continente. Y si aun este mismo dios te dijese de nuevo que te sería permitido reinar en Europa, pero no en cambio pasar al Asia, ni mantenerte o desplegar actividad allí, me parece que no querrías vivir con estas limitaciones, caso de no colmar, por así decir, de tu nombre y de tu poder a todos los hombres"(37).

Nos cuenta Plutarco, en su Vida de Alcibíades, como éste fijó en Sicilia el primer gran objetivo de su estrategia imperial. Tras la toma de Siracusa, se abrirían las puertas de Cartago y de África, y hacia el norte, de Italia. En Atenas el plan suscitó adhesiones generales, y también los mapas formaron parte del aparato de información y propaganda, ilustrando la idea que se quería difundir, cuando leemos: "los jóvenes espontáneamente se le unieron (a Alcibíades, se entiende), acalorados con tan lisonjeras esperanzas; pues además oían a los ancianos deducir maravillosas consecuencias de aquella exposición; tanto, que muchos se ponían en las palestras y en los corrillos a dibujar la figura de la isla y la situación del África y de Cartago"(38). El episodio denota una gran difusión de la cultura cartográfica, aprendida después de que durante muchas décadas los mapas de exposición pública hubieran familiarizado a los atenienses con el conocimiento visual del mundo.

Debemos suponer que esta cultura cartográfica no estaba igualmente repartida. Los mapas se componen básicamente de símbolos, medidas y textos, cuya comprensión requiere conocer unos códigos de lectura. Si a mayores la mente humana se encuentra presa de poder y arrogancia, pudiera ocurrir que el hombre confundiera el mapa con el mundo mismo, o creyera que su propia circunstancia sería suficiente para llenarlo. En una de estas situaciones se encontraba Alcibíades cuando hubo de intervenir Sócrates para transmitir a su discípulo humildad y prudencia. La escena tiene elementos comunes con la narrada por Aristófanes en Las nubes, que ya hemos visto, en la que los protagonistas eran un agricultor ateniense y un discípulo de Sócrates. En la traducción más reciente que conocemos(39) se produce el siguiente diálogo: "Sócrates, al ver a Alcibíades ensoberbecido por la riqueza y ufano por sus propiedades y especialmente por sus tierras, lo llevó a un lugar de la ciudad donde estaba expuesto un cuadro que contenía una representación de la Tierra. Ordenó a Alcibíades que buscara el Ática. Cuando la encontró le ordenó que buscara atentamente los campos de su propiedad. Alcibíades dijo: no están incluidos en ningún sitio. Y Sócrates le contestó: ¿y te sientes tan orgulloso de unas propiedades que no son ni una mínima porción de la Tierra?".

Hasta ahora habíamos visto utilizar el mapa como instrumento de poder o de información, pero resulta una novedad el uso moralizante que del mismo hace Sócrates. Deseando poner remedio a la vanidad de su interlocutor, le sitúa ante un mapa del mundo en el que sus propiedades, que estima cuantiosas, no se pueden ver. En el mejor de los casos quedarían reducidas a un punto, por tanto sin dimensión. ¿De qué podría presumir entonces Alcibíades? Parece evidente que Sócrates maneja ya el concepto de relación de reducción; es decir, de escala, con la que se determina lo que en un mapa se puede ver y lo que no.

La relación de Sócrates con el conocimiento geográfico no se agota en este interesante episodio que comparte con su controvertido discípulo. Otros discípulos en otras circunstancias también recabaron del maestro su parecer respecto a teorías o explicaciones sobre la configuración de la Tierra que se difundían en Atenas, y entre ellas, las que

públicamente difundía Herodoto en la ciudad al regreso de sus viajes. En el diálogo del Fedón es Simmias quien interpela al maestro a propósito de las diferentes descripciones que sobre la Tierra había oído y que no coincidían con las suyas. Sócrates, reconociendo la complejidad y altura del tema, y la falta de tiempo por la proximidad de una muerte ya sentenciada, responde con humildad y criterio a la vez: "lo único que puedo hacer es darte una idea general de la Tierra y de los sitios diferentes que encierra, tales como me los figuro". En primer lugar expone sus ideas geocéntricas con el siguiente razonamiento: "estoy convencido de que si la Tierra está en medio del cielo y es de forma esférica, no tiene necesidad ni del aire ni de ningún otro apoyo que la impida caer, ya que el mismo cielo que la rodea igualmente y su propio equilibrio bastan para sostenerla. Por que todo lo que está en equilibrio en una cosa que la oprime igualmente, no podrá inclinarse a un lado o a otro y, por consiguiente, permanecerá fija e inmóvil. He aquí de lo que estoy convencido". A continuación, enuncia la que podemos denominar la teoría de los ecumenes múltiples cuando dice: "estoy persuadido de que la Tierra es muy grande y de que nosotros no habitamos más que esta parte que se extiende desde Fase hasta las columnas de Hércules, repartidos alrededor del mar como hormigas, o como ranas alrededor de las charcas. Creo también que hay otros pueblos que habitan otras partes que nosotros no conocemos, porque sobre toda la Tierra hay abismos de toda clase de profundidad y figura, siempre llenos de un aire pesado y de densas nubes y de aguas que se reúnen allí de todas partes"(40). La tesis del geocentrismo fue generalmente aceptada en la Grecia clásica, sobre todo a partir de la defensa que de la misma hicieron los grandes maestros, como Platón y Aristóteles, además de Sócrates; pero el cuestionamiento que hace del etnocentrismo griego, afirmando que hay otras cuencas habitadas por otros pueblos que no conocemos, atacaba el orgullo de una sociedad que se cree única y rodeada de barbarie. Hubo quien reaccionó reduciendo la profundidad del razonamiento socrático a una cuestión de método. Por ejemplo, Herodoto. Herodoto no admitía la especulación como camino hacia el conocimiento. Sólo la geografía que procedía de la experiencia debía ser incorporada al conocimiento que ya se tenía del mundo. Era la experiencia de los viajeros, en sus periplos y periégesis, y de los exploradores que realizaban misiones de reconocimiento precediendo el avance de los ejércitos. Refiere a propósito los preparativos de Darío para llegar a Grecia, cuando previamente encargó a "quince persas principales" recorrer sus costas. La reseña de su misión es la siguiente: "bajaron a Fenicia, y en Fenicia a la ciudad de Sidón; equiparon enseguida dos triremes y con ellas un barco grande de carga, lleno de toda suerte de riquezas. Abastecidos de todo, siguieron rumbo a Grecia. Al costearla, contemplaban las costas y levantaban planos, hasta que tras contemplar la mayor parte de sus lugares y los más nombrados, llegan por fin a Tarento, en Italia"(41).

Herodoto no oculta su respeto por la figura de Solón, quien después de haber ejercido como político y legislador, se hizo a la vela como filósofo, recorriendo muchas tierras para contemplar el mundo(42). Y tal vez guiado por su

ejemplo viajó Herodoto por Mesopotamia, visitando Babilonia y completando su descripción, y posteriormente por Egipto, donde nos dice que él mismo midió la pirámide de Quefrén para compararla con la de Queops(43). Ésta, como sabemos, la había medido Tales, como respuesta a la famosa cuestión que le había planteado su maestro, el sacerdote de Heliópolis. Al regreso de sus viajes, Herodoto leía en público fragmentos de los mismos en los pórticos del Ágora de Atenas, ante un público numeroso que le escuchaba(44). Y pudo al mismo tiempo dar forma definitiva a los textos que con posterioridad servirían para reconstruir su propia imagen del mundo en forma de mapa. En el libro tercero de su Historia nos dice: "por la parte de Levante, la extrema de las tierras habitadas es la India...; por la parte del mediodía, la última de las tierras pobladas es Arabia...; por la parte en que declina el mediodía, se extiende a poniente la Etiopía, última tierra de las pobladas"(45). A estos extremos del mundo debía añadir el que en Europa se abría hacia occidente. A propósito, Herodoto manifiesta tener muchas dudas sobre la desembocadura del Rijn y una gran incertidumbre sobre la propia existencia de unas islas llamadas Casitérides, o del estaño. De esta forma completa los límites de la tierra habitada escribiendo: "de los extremos que en Europa caen a occidente, no puedo hablar con certeza, pues yo, por lo menos, ni admito que cierto río, llamado por los bárbaros Erídano, desemboque en el mar del Norte, de donde es fama que proviene el ámbar, ni sé que haya unas islas Casitérides, de donde provenga nuestro estaño..... Y concluye, "nunca pude saber por un testigo de vista que la frontera de Europa sea un mar, pero es cierto que el estaño y el ámbar nos llegan de un extremo de la tierra"(46).

Esta era la geografía, más especulativa la de Sócrates y más experimental la de Herodoto, que se divulgaba en los pórticos y en las plazas públicas de Atenas. Suponemos que en las Academias y Liceos también había un espacio y un tiempo dispuesto para visualizar la representación del mundo. Sin embargo, ni Platón, ni Aristóteles hablan de la disposición de mapas en sus abundantes textos de contenido geográfico; tal vez lo consideraran una exhibición habitual y rutinaria. No fue así en el caso de Teofrasto, discípulo y sucesor de Aristóteles en la dirección del Liceo, tras la muerte del maestro. En su testamento dejó anotadas algunas instrucciones respecto a las obras aún no concluidas del Museo; por ejemplo, que la imagen del gran maestro se coloque en el centro del templo, y la siguiente: "que el portiquillo que había a la entrada del Museo se reedifique no inferior al primero, y que las tablas en que están delineados los círculos de la tierra se coloquen en el pórtico de abajo"(47). Una versión del griego algo diferente sustituye la expresión "las tablas en que están delineados los círculos de la tierra" por la siguiente: "the tablets containing maps of the countries traversed by explorers" (48). Podría tratarse de dos visiones del mismo mapa, dando una prioridad a su contenido de geografía descriptiva -países-, y la otra, al contenido de geografía matemática -círculos-. Por estas mismas fechas, mediados del siglo IV, otro discípulo de Aristóteles y del mismo Teofrasto, Dicearco de Mesene, se ocupaba en la introducción en el mapa de líneas imaginarias, trazadas a partir de puntos de

# Cartografía de Calidad

Empresa certificada a la  
calidad NOR ISO 9002



Avda. Hytasa, 38, Edificio Toledo, 1-4º  
41006 SEVILLA  
Tels.: 95 465 57 76 - 95 465 51 27 - Fax: 95 465 57 76  
E-mail: [invar@invarsl.com](mailto:invar@invarsl.com)  
[www.invarsl.com](http://www.invarsl.com)

latitud y de distancias longitudinales. Con estos referentes matemáticos se iniciaba la cartografía científica, cuyos preliminares son revisados en el epígrafe siguiente.

## 5. Los primeros elementos de un mapa de ordenadas

Dos notables avances de la geografía descriptiva, uno por el este, con la expedición de Alejandro Magno a la India, y otro hacia el oeste, con el viaje de Piteas por la fachada occidental europea, debieron llamar la atención de geógrafos, como Dicearco, preocupados por actualizar la representación de la Tierra. El ecumene clásico griego, abrazado por hiperbóreos y etíopes, se abría en cambio en longitud, determinando el interés por las nuevas posiciones y por la medida del conjunto. Dicearco contribuyó con una Descripción de la Tierra que al parecer contenía un mapa del mundo(49), aunque otra forma de ponderar el mismo trabajo sitúa en el centro "su mapa general de la tierra habitada" y el relato del Viaje del mundo como un apéndice y explicación del mismo(50). Como quiera que deba establecerse la prelación, lo cierto es que Dicearco empieza a trabajar sobre el mapa con un criterio geométrico. De su interés por las medidas nos informa Estrabón cuando cuestiona la fiabilidad que debe otorgarse a las distancias dadas por él y por Polibio entre varios tramos de preferente interés para la navegación en el Mediterráneo, como eran el golfo de Iso y Rodas, Rodas y Bizancio, el Peloponeso y Sicilia, Sicilia y las Columnas de Hércules, etc.(51). Determinada de esta forma la longitud del Mediterráneo, la geometría, o la ya denominada por Aristóteles geodesia, y entendida como medida de espacios concretos, al alcance de los sentidos o de la experiencia(52), podía ampliar su propósito a la medida del ecumene, llegando así a determinar su importancia respecto al conjunto de la esfera. Obviamente sería preciso, antes o después, medir la propia circunferencia de la Tierra.

A juzgar por algunos datos que nos transmite Aristóteles, en su tiempo o tal vez antes, algunos matemáticos se habían ocupado ya de esta operación, obteniendo unas medidas que correspondían a una Tierra mucho mayor que la real, en torno a 400.000 estadios(53). Dicearco, con varias incógnitas sobre los cálculos empleados, obtuvo unos resultados más discretos, 300.000 estadios, al otorgar al arco de meridiano entre Lisimaquia y Siena la fracción geométrica de  $1/15$  y 20.000 estadios(54). Utilizó parecidos fundamentos astronómicos, geométricos y geográficos a los popularizados por Eratóstenes algunos años después, tras la medida del arco entre Alejandría y Siena. Estos avances satisfacían el interés científico general, pero la práctica de las medidas buscaba realidades geográficas más concretas y asequibles; es decir, más humanas. Para Dicearco estos ámbitos de aplicación de la geografía matemática fueron el Mediterráneo, como hemos indicado, algunos montes de Grecia, como el Pelión, el Cilene y el Atabyros, en Rodas, de cuya altura hizo los primeros cálculos conocidos(55), y el propio ecumene. Fue el trabajo sobre las dimensiones del espacio habitado lo que le permitió aportar algo enteramente nuevo: las dos primeras líneas imaginarias con las que se empezaría a tejer el traje geométrico de la Tierra. En su tiempo debía ser habitual que los nave-

gantes pudieran tomar con elevada precisión el valor de la latitud en el Mediterráneo, y pudieron también ser ya conocidos en tiempos de Dicearco los métodos de los que, a propósito, habla Estrabón, como la concordancia de los cuadrantes solares, la misma duración de los días y las noches más largas, y la observación de la misma estrella desde posiciones muy alejadas que se suponen en el mismo clima o latitud(56). En resumen, uniendo varios puntos cuya altura de Polo alcanzaba los  $36^\circ$  se podría trazar una línea recta que, partiendo de las Columnas de Hércules, pasaba por el centro de Sicilia, el sur del Peloponeso, la isla de Rodas y las costas meridionales del Asia Menor, y cuya prolongación se adentraba en Asia hasta el Hindou Kouch. Era la eutheia(57), o diafragma(58), que dividía o separaba en dos mitades norte-sur el ecumene. Al mismo tiempo el meridiano que pasaba por el centro de la isla de Rodas dibujaba otras dos mitades de ecumene, quedando así geoméricamente dividido en cuatro cuadrantes. Este primer paralelo y primer meridiano estaban a su vez graduados en estadios, pudiendo de esta forma hacer localizaciones en el mapa con mayor precisión, medir distancias y delimitar las diferentes regiones. A estas dos líneas, el primer paralelo y el primer meridiano, se unirían otras hasta completar el desarrollo de una primera red ortogonal de meridianos y paralelos. Fue Eratóstenes quien protagonizó estos avances en el ensamblaje de líneas imaginarias sobre el mapa.

Para nuestro propósito, Estrabón nos transmite informaciones muy útiles sobre la obra geográfica de Eratóstenes. Debió ser durante la "larga estancia" que pasó en Alejandría(59), cuando el geógrafo de Amasia del Ponto pudo aun conocer el tratado de geografía del que fuera director de la Biblioteca y figura más relevante de la Escuela de Alejandría(60). En realidad los libros I y II, o Prolegómenos, de la Geografía de Estrabón contienen amplios comentarios, con exégesis, reseñas y críticas, de la obra de Eratóstenes. De Eratóstenes toma Estrabón la referencia a la primera carta jonia, o carta geográfica de Anaximandro, y las rectificaciones de la misma introducidas ya en época helenística tras las convulsiones exploratorias y conquistadoras de Alejandro Magno y sus epígonos. Fue Patrocles, un personaje poco conocido en la historia de la geografía, quien realizando tareas de gobierno y exploración para la corte seléucida de Babilonia viajó hacia el interior de Asia en las inmediaciones del Caspio, poniendo las bases, tras los conocimientos ya acumulados sobre la India y el Cáucaso, para la rectificación del "mapa antiguo"(61). Suponemos que con esta expresión Estrabón se está refiriendo a la imagen del mundo oficializada en la Grecia clásica, que no tenía otro fundamento que el de la propia carta jonia.

Eratóstenes, en una nueva síntesis que fue su Geografía, recogió los frutos de los avances que se habían producido en los siglos IV y III en las dos líneas de progreso del conocimiento geográfico: la matemática y la descriptiva. De la primera, enlaza directamente con Dicearco, y de la segunda, con los informes de exploradores como Patrocles y con los trabajos de reconocimiento topográfico y cálculo itinerario de los bematistas que acompañan a los ejércitos de Alejandro Magno. Midió la circunferencia de la Tie-

rra y se aproximó en sus cálculos a las dimensiones del orbe habitado, lo que equivalía a realizar el encuadre para la proyección y dibujo de una nueva carta geográfica. Estableció en el tercer libro de su Geografía, nos sigue diciendo Estrabón, "el mapa del orbe habitado"(62). Parte de las dos líneas básicas ya trazadas por Dicearco, que eran el paralelo de 36° y el meridiano de 28°, y el cruce de ambos en la isla de Rodas. A continuación, extrapolando la experiencia milenaria de la geometría agrícola en el valle del Nilo, intenta parcelar cada una de las dos mitades del orbe, norte-sur y este-oeste, en unidades geométricas que denomina esfrágides(63). La primera la hace coincidir con la India, y la segunda, que llama Ariane, tenía sus límites en el Indo y en la entrada al golfo Pérsico. La tercera era ya más imprecisa, pero en su centro estaba Mesopotamia. Esta subdivisión del mundo habitado no avanzó mucho más por la dificultad objetiva de relacionar la geometría de las esfrágides con las particularidades geográficas y etnográficas de las grandes regiones del mundo. Pero sí se inició la selección de puntos de latitud y longitud conocidos que debían determinar las líneas límite de cada subdivisión. Con independencia de que estas líneas pudieran o no ser admitidas como límites de las esfrágides, lo cierto es que añadieron al mapa de Eratóstenes, con respecto al de Dicearco, nuevos paralelos y meridianos, completando así una primera red geométrica con la que se vestía el mapa del mundo habitado para iniciar una nueva etapa en la historia de la cartografía.

En la reconstrucción que se ha generalizado del mapa de Eratóstenes figuran seis paralelos y siete meridianos, formando una red ortogonal en la que aparecen destacados puntos de cruce, como las Columnas de Hércules, el estrecho de Mesina, la isla de Rodas, el golfo de Iso o la Siene egipcia, y destacados puntos terminales del orbe, como Yerne, la desembocadura del Ganges, Taprobane o la punta del Cuerno de África o País de la Canela.

En otras Escuelas, fuera de Alejandría, otros autores también fueron protagonistas del gran avance que experimentaron las ciencias geográficas durante el helenismo. En Rodas vivió y trabajó Hiparco, dedicado a la observación astronómica, continuando en el siglo II a. la obra de Eratóstenes. Escribió una memoria o tratado, titulado Contra Eratóstenes, cuyo contenido en fragmentos nos ha sido transmitido por Estrabón. Hiparco critica la Geografía de Eratóstenes, alcanzando sus enmiendas al capítulo que ahora más nos interesa, la composición geométrica del mapa del orbe habitado. Estrabón pone a ambos en la balanza de la historia de los conocimientos geográficos de la que está haciendo inventario, y aunque directamente descalifica a Hiparco como geógrafo, acaba reconociendo su aportación a la composición de un mapa geográfico que permitía una percepción más avanzada de la superficie terrestre.

Cuando dice que Hiparco "no es propiamente geógrafo, sino analizador de lo dicho por Eratóstenes en su Geografía"(64), lo hace para diferenciar el trabajo del geógrafo, que observa el mundo habitado, y el del astrónomo, que trata de ver reflejados los fenómenos celestes sobre la superficie de la Tierra. Por lo que se refiere al mapa de coordenadas que se estaba formando, mientras Eratóstenes

tomaba las rectas, meridianos y paralelos, "aproximadamente como es normal en geografía", Hiparco lo corrige con argumentos geométricos, situando tanto perpendiculares como paralelos mediante simples conjeturas», dice Estrabón(65). Pero de las conjeturas y de los argumentos geométricos se concluía que la línea curva representaba con mayor aproximación la superficie de la Tierra. Se trataba entonces de imitar la realidad, situando la tierra habitada en una esfera, que habría de ser de gran tamaño para poder mostrarla con claridad, lo cual pudiera no ser posible. Entonces hemos de utilizar "un mapa plano de al menos siete pies". Este mapa plano era el mapa de Eratóstenes que el ojo podía ver dibujado sobre cualquier superficie plana; pero de lo que se trataba era de dar una nueva forma a lo que la inteligencia ve como circular y esférico, al mismo tiempo que el ojo observaba la superficie plana. Alude entonces Estrabón a "los meridianos dibujados en cada punto que atraviesan el Polo y convergen todos en un solo lugar de la esfera"(66), transmitiéndonos los avances de Hiparco hacia lo que sería una proyección cónica.

Por el camino abierto hacia la comprensión geométrica de la Tierra transita otro representante de la madurez científica del helenismo, Posidonio de Apamea, cuya obra, también de conocimiento fragmentario(67), no desmerece de la de los dos anteriores, Eratóstenes e Hiparco. Estrabón, bajo los epígrafes de "Crítica a los geógrafos anteriores", examina su obra Sobre el Océano, en la que Posidonio estableció una base de relación entre la geografía y las matemáticas. Ensayó el método de Eratóstenes para medir un arco de meridiano, esta vez entre Rodas y Alejandría, cuyos ángulos y distancias le permitieron obtener una medida de la Tierra de 180.000 estadios, asumida posteriormente por Ptolomeo y por todos aquellos que, bien por falta de crítica o por intereses concretos como fue el caso de Colón, prefirieron situar sus descripciones y especulaciones geográficas en una Tierra notablemente más pequeña que la medida por Eratóstenes. Contribuyó, sin embargo, Posidonio a dar un significado físico, y biológico incluso, a los paralelos conforme a los cuales se hacía la división zonal de la Tierra. Ésta tenía antecedentes lejanos en la primitiva acepción griega de clima como inclinación o posición latitudinal en la curvatura de un cuadrante terrestre. La determinación de zonas térmicas se debía a causas astronómicas y causaba a la vez profundas diferencias habitacionales. De la interacción de estos fenómenos, celestes, atmosféricos y biológicos, se ocupaba la geografía cuando delimita zonas habitadas por los diferentes seres vivos, incluido el hombre. Para apreciar las diferencias según el balance de calor, equilibrado, en exceso o insuficiente, la esfera debía estar seccionada al menos en cinco zonas. La geometría de los paralelos adquiría entonces dimensiones geográficas, llegando incluso Posidonio en un primer momento a "criticar a los que dividen los continentes sin utilizar paralelos al Ecuador, con los que se mostrarían los cambios de seres vivos, de plantas y de la atmósfera, tocando unos la zona glacial y otros la tórrida, de manera que los continentes serían una especie de zonas"(68).

Posidonio contribuyó de esta forma a valorar el mapa de coordenadas y a difundir el fundamento matemático que

debían compartir la cartografía y la geografía. Un compromiso similar pudo haber asumido Artemidoro de Éfeso, su contemporáneo, en una Geografía que se nutrió de sus viajes y descripciones(69). Sin embargo, lo que conocemos de su mapa, fragmentario e inacabado en su composición, no autoriza a situar a Artemidoro, sin muchas dudas, en la corriente matemática. Más bien es ya un precursor muy directo de la geografía romana; una geografía hecha a la medida del Imperio, en el que la utilidad imponía el eclecticismo, la síntesis y la adaptación. En el llamado "Mapa de Artemidoro"(70), dibujado por él mismo o por un copista tras su muerte, el fragmento restaurado correspondiente a la Hispania romana del siglo I a. carece de referentes de latitud y longitud. Todo indica que se había iniciado ya la fase de degradación del pensamiento matemático sobre la Tierra que durará hasta la recomposición del saber geográfico realizada por Claudio Ptolomeo, y por su "protegido" intelectual Marín de Tiro, en el siglo II p. Estrabón, en la cúspide de la geografía romana, fue consciente de esta situación y quiso llamar la atención afirmando con toda claridad que para hacer geografía era preciso haberse educado en las matemáticas. Lo dice en un texto que merece ser anotado con mayor detalle: "el geógrafo no hace geografía para el lugareño, ni para el ciudadano cultivado que jamás se ha preocupado de lo que se llaman propiamente matemáticas; ni tampoco para el segador, ni para el que cava la tierra, sino para el que es capaz de convencerse de que la tierra entera es así como afirman los matemáticos y de lo demás que se sigue de tal hipótesis. Y ordena a los que se acercan a ella reflexionar previamente esto y después examinar el resto, porque será su consecuencia, de forma que cualquiera puede hacer de los conocimientos transmitidos un uso más seguro si ha sido educado en las matemáticas, pero sino, no se hace geografía"(71).

De alguna forma quiso ser consecuente con este planteamiento rindiendo un último homenaje, cuando trata de la "Representación del orbe habitado en mapa", a Eratóstenes, su Geografía, y su primer mapa de coordenadas, concluyendo: "parece útil tomar dos líneas rectas que se corten en ángulo recto, una que irá a lo largo de la longitud total máxima y la otra a lo largo de la latitud, y la primera será uno de los paralelos y la segunda uno de los meridianos. Después, imaginando líneas paralelas a éstas a uno y otro lado hay que dividir con ellas la tierra y el mar que estamos utilizando...Como hay que tomar para estas rectas lugares conocidos..., las otras pueden reconocerse fácilmente mediante las anteriores, pues utilizando éstas de alguna manera como elementales, relacionamos las partes paralelas y las diferentes posiciones de los lugares habitados respecto a la tierra y respecto a los datos celestes"(72). Podemos entender finalmente por qué "El mapa del mundo habitado, según Estrabón", que acompaña las ediciones de su Geografía, es una réplica exacta, salvo algunos detalles descriptivos y posicionales, del de Eratóstenes.

## **6. Conquista, descripción y medida del mundo. Varias lecturas de la cartografía romana**

Cuando Roma se enfrenta al poder de Cartago pone en marcha una maquinaria de guerra que se plantea como primer objetivo el dominio del Mediterráneo occidental. Regiones periféricas, islas, ciudades-estado, plazas fuer-

tes y emporios eran las piezas a batir en la estrategia de conquista. Una estrategia que sólo podía ser militar y que conoce el significado de los mapas. Tito Livio nos trasmite de qué forma se recordó en Roma, en el año 173 a., la conquista de Cerdeña por el cónsul Tiberio Sempronio Graco tres años antes, colocando una placa en el templo de Mater Matuta con la siguiente inscripción: "bajo el mando y los auspicios del cónsul Tiberio Sempronio Graco, la legión y el ejército del pueblo romano sometieron Cerdeña. En dicha provincia fueron muertos o hechos prisioneros más de ochenta mil enemigos...A su vuelta entró triunfante en Roma por segunda vez. En reconocimiento por ello dedicó esta placa como presente a Júpiter". Y Tito Livio sigue precisando: la placa "tenía la forma de la isla de Cerdeña y en ella estaba dibujada la representación de las batallas"(73). Esta placa o cuadro con la forma de la isla nos habla del mapa como parte de un ritual de conquista, y de la representación concreta que de un territorio contiene, como un acto posesorio del mismo.

Un significado similar, el de una Roma triunfante sobre toda la Península, podríamos otorgar al mapa de Italia pintado sobre una pared del templo de Tellus, también en Roma, del que nos informa M. T. Varrón en su Tratado de Agricultura(74). Debieron asimismo los romanos utilizar los mapas o planisferios heredados de la época helenística para visualizar las dimensiones de un poder imperial urbi et orbe. De la familiaridad de estos documentos, «mapas o descripciones de la tierra que han plasmado los escritores», nos da cuenta Vitruvio. Él los utiliza para observar los grandes cursos fluviales y teorizar sobre sus fuentes y su recorrido(75).

La formación del Imperio por conquista de regiones y pueblos en todas las direcciones a partir del núcleo geohistórico del Lacio debía generar, como así fue, una representación del mundo específicamente romana. Los planisferios de la época helenística, cuyo conocimiento en Roma Vitruvio acredita, formaban parte de una herencia cultural cuyo interés es apreciado sobre todo por geógrafos y filósofos. Pero los creadores del Imperio pronto comprendieron que era imprescindible disponer de una nueva generación de mapas como parte de la gran maquinaria administrativa que se ponía en marcha. Fue Julio César, con una mayor formación intelectual que sus iguales en el campo militar, quien dispuso la realización de una gran operación de descripción y medida del mundo. De esta operación nos da noticia la denominada Cosmografía de Pseudo Ético, una obra de autor desconocido que podría datarse en el siglo V p., y en la que leemos: "Julio César, inventor del cómputo de los años bisiestos y persona singularmente instruida en los asuntos divinos y humanos, cuando desempeñaba el cargo de cónsul dispuso por medio de un decreto del senado que hombres muy competentes y adornados con todos los dones de la sabiduría midieran el mundo entero, que ya entonces llevaba nombre romano"(76). El plan de trabajo se especifica como sigue: "a partir del consulado de Julio César y de Marco Antonio comenzó a medirse el mundo..., desde el mencionado consulado hasta el tercer consulado de Augusto y el de Craso, Nicodexo midió todo el oriente en veintiún años, cinco meses y nueve días...Igualmente desde el consulado de

Julio César y Marco Antonio, hasta el séptimo consulado de Augusto y el de Agripa, Dídimo midió la parte de occidente en un número total de treinta y un años, tres meses y doce días...Igualmente desde el consulado de Julio César y Marco Antonio hasta el décimo consulado de Augusto, Teódoto midió la parte del norte en veintinueve años, ocho meses y diez días...De igual manera desde el consulado de Julio César hasta el consulado de Saturnino y Cina, Políclito midió la parte del sur en treinta y dos años, un mes y veinte días...Y así los encargados de medirlo recorrieron el mundo entero en el espacio de treinta y dos años y se dio cuenta al senado de todo lo que aquél encierra(77).

El plan concebido por Julio César se inició el año 44 a., el mismo en el que era asesinado en el Senado, por lo que debió ser Augusto el responsable máximo de su ejecución; sin embargo parece que fue Marco V. Agripa, yerno del Emperador, quien estuvo al cuidado de las operaciones, aprovechando sus visitas a los frentes de guerra en las provincias limítrofes del Imperio y su gran interés por el conocimiento de la geografía. Pero Agripa murió el año 12 a., el mismo en el que debieron concluir las operaciones, si el plan comenzó en el 44 y se prolongó durante treinta y dos años. Entonces Julio César lo concibió poco antes de morir, y Agripa vivió justo hasta su finalización. ¿Y los resultados? Desde la muerte de Agripa se inicia una historia de la cartografía romana cargada de hipótesis, de enigmas y de algunas evidencias. El primer capítulo de la misma podía llevar por título precisamente "El mapa de Agripa".

Identificamos una alusión muy directa a este mapa en el texto de Plinio que habla de "un dibujo del Universo" que Marco Agripa quiso mostrar a Roma, proyectando un atrio o pórtico donde se podría contemplar "todo el orbe pintado"(78). La muerte en el año 12 a. no le permitió ver cumplido el propósito, pero por disposición testamentaria fue su hermana, Vipsania Pola, quien se encargó de la construcción del pórtico en el Campus Agrippae, al este del Campo de Marte, aunque de la conclusión de la obra se encargó el propio Augusto(79). Estrabón podía haber tenido ya a la vista el mapa del Pórtico de Agripa cuando años después completa la "Segunda Introducción", de contenido cartográfico, con la que concluye el libro II de los Prolegómenos de su Geografía, y se refiere a "un mapa corográfico" en el que se podía apreciar como el mar, los ríos y las montañas conformaban los continentes, los pueblos y los emplazamientos de las ciudades(80).

Con el mapa debían estar relacionados unos Comentarios geográficos que figuran entre las obras atribuidas a Agrippa. Serían apuntes o informaciones esquemáticas de carácter corográfico que habrían sido utilizados para la elaboración del propio mapa(81). Y estos apuntes serían la fuente de las abundantes citas que de M. Agripa hace Plinio, referidas a datos de longitud, anchura y distancias, cuando hace la descripción corográfica de Europa, África y Asia en los libros III-VI de su Historia Natural. También debieron ser una valiosa fuente de información para Estrabón, pues aunque no cita por su nombre a M. Agripa, éste y su obra podrían estar detrás de las expresiones "el corógrafo indica, dice o establece...", y "en la Corografía se dan unas distancias..." que emplea en repetidas ocasiones

cuando describe Sicilia, Córcega, Cerdeña y otras islas del Mediterráneo(82).

Esta indeterminación en las citas de Estrabón podría tener la siguiente explicación. Encargado Augusto de concluir la pintura del mapa en el Pórtico de Agripa, como nos dice Plinio(83), se extendió en Roma la idea de una Corografía de Augusto que no era sino el propio mapa de Agripa(84). Conocedor Estrabón de la verdadera paternidad de la obra, no quiso reconocerlo expresamente viviendo aún el Emperador, pero tampoco le concedió a Augusto lo que no era suyo. Salvó la situación citando a "el corógrafo". Décadas después, Plinio, liberado ya de la deferencia imperial que pudo condicionar el testimonio de Estrabón, citaba por su nombre a M. Agripa como verdadero autor del Mapa y de los Comentarios.

Hay muchas incertidumbres, referentes a la geografía romana, relacionadas con el origen, contenidos y transmisión de sus documentos gráficos y textuales; pero podríamos admitir la creación de un gran depósito de información geográfica tras la culminación de las operaciones de descripción y medida del mundo proyectadas por Julio César y culminadas por Marco Agripa. Este depósito debió tener carácter estatal y un control central, pues tenía su origen o sanción, como vimos, en un decreto del Senado. A partir de su formación habría sido la fuente para el desarrollo de otros trabajos geográficos ligados a las necesidades del Imperio en materia de política territorial. El Mapa de Agripa pudo ser el primer documento de importancia que vio la luz y en el que los romanos, tras su exhibición pública, pudieron asociar la descripción del mundo y el poder de Roma. En cierto modo, el mapa expuesto en el Pórtico seguía teniendo el carácter de ritual de conquista que advertíamos en experiencias anteriores similares; pero Agripa era un militar y su mapa no podía quedar al margen de las necesidades de conquista, administración y control del territorio. Por eso incluye datos valiosos, de longitud y anchura, por ejemplo, que los grandes geógrafos, como Estrabón y Plinio, aprovechan en sus descripciones corográficas. Posteriormente vendrían los trabajos de los denominados "geógrafos menores", que se concretaban en las síntesis cosmográficas, las divisiones y medidas de las provincias, los regionarios urbanos y los listados o censos de unidades administrativas(85).

Otra deriva informativa del gran fondo geográfico sería la formación de Itinerarios. Eran mapas o guías de viaje de una gran utilidad práctica para el movimiento de las legiones, la administración, el comercio y el cobro de impuestos. La distancia entre núcleos -ciudades, puertos, colonias, mansiones- era la principal información que podían aportar, y se puede aceptar que muchos de los valores de longitud que Plinio toma de M. Agripa lo son de longitud geográfica, equivalentes por tanto a distancias itinerarias. No parece que el trabajo de los mensores enviados por Julio César a los cuatro puntos cardinales del orbe se basara en las observaciones astronómicas, y en consecuencia, tampoco los resultados procesados por M. Agripa. El propio mapa de M. Agripa podía tener ya los elementos de un primer gran itinerario del Imperio, si tomamos en consideración las precauciones que un comandante ha de tener como responsable del movimiento de tropas en territorios



de conflicto, anotadas por Flavio Vegecio en su *Epitoma rei militaris*: "debe tener guías de ruta lo más minuciosas posible de todas las regiones en las que se desarrolla la guerra para poder conocer perfectamente no sólo las distancias en millas entre los lugares, sino también la calidad de los caminos, y para poder evaluar con fidelidad los atajos, los caminos secundarios, los montes y los ríos allí descritos". Y precisa aún más sobre las características de estas "guías de ruta": "los comandantes más concienzudos tenían no sólo guías de ruta anotadas de las provincias en las que se producía la alerta, sino incluso guías con representaciones gráficas, de forma que podían elegir la ruta que iban a tomar no sólo con una estimación mental, sino con la propia valoración visual del terreno"(86). Cuando F. Vegecio escribe su obra han pasado ya cuatrocientos años aproximadamente desde la muerte de M. Agripa; conoce por tanto la amplia experiencia militar romana y las prácticas geográficas de sus comandantes. Y qué jefe militar, exceptuando tal vez el propio Julio César, hizo una labor equiparable a la de M. Agripa visitando las regiones en conflicto del Imperio e interesándose por su descripción geográfica?

Lo más probable es que el Mapa de Agripa exhibido en el Pórtico del mismo nombre fuera una síntesis entre una descripción corográfica del orbe ajustada a los intereses de la parcelación administrativa imperial, y una descripción itineraria con información básica sobre caminos, núcleos de población y distancias. Con posterioridad, al igual que la descripción corográfica se hizo más específica en función de las necesidades, llegando por ejemplo a nuevas divisiones provinciales o a los Regionarios de Roma y Constantinopla, también se especializó la información itineraria. F. Vegecio, a finales del siglo IV-principios del siglo V, recoge la tradición de las "guías de ruta anotadas" y de las "guías con representaciones gráficas", lo que en otros términos se conoce como itineraria adnotata e itineraria picta. De ambos conocemos valiosos ejemplos cuya vida útil se produjo y se reprodujo en el periodo que media entre finales del siglo I a. y finales del IV p. De los primeros, el más conocido es el Itinerario de Antonino, "una detallada descripción de las principales rutas del Imperio Romano, con los puntos de descanso en cada una de ellas y las distancias parciales entre los mismos"(87), pero se conservan fragmentos de otros ejemplares, como el *Itinerarium maritimum*, o los de soporte epigráfico, como los Vasos de Vicarello, la Tegula de Valencia o las Tablas de barro de Astorga(88). De los segundos, los Itineraria picta, sólo la Tabula Peutingeriana ha sido transmitida a la posteridad mediante una copia, de los siglos XII ó XIII, que debió tener su origen en un documento de los siglos II-IV. La Tabula es un mapa itinerario que representa los caminos del Imperio, sus correspondientes mansiones y las distancias de unas a otras; pero también representa toda la tierra conocida en la época, rodeada del Océano, en sus tres continentes, Europa, Asia y África, que se ha presentado como "una descrizione pittorica del mondo antico"(89).

En el Mapa de Agripa y en los Itineraria se resume lo esencial del desarrollo de la geografía propiamente romana a escala imperial. La escala topográfica, en la que se resuel-

ve la construcción de obras públicas, como la variatio fluminis, la planificación de los campamentos militares y el trazado de las centuriaciones, nos muestra un amplio desarrollo del llamado "modelo gromático"(90), con amplias evidencias en los textos, la epigrafía y la arqueología.

La geografía matemática de tradición helenística, reivindicada por Estrabón, pero en la práctica relegada por una geografía descriptiva de mayor utilidad política inmediata, se conserva en los centros culturalmente autónomos aunque sometidos políticamente a Roma. Producirá en el siglo II p. las obras de Marín de Tiro y de Claudio Ptolomeo, ambas desarrolladas en una síntesis ptolemaica que se extiende a los campos de la astronomía, de la geografía y de la cartografía. Pero para nuestro tema, esto constituye ya otro capítulo de la historia.

## 6. Conclusiones

En la cartografía los mapas son el objeto, y su existencia constituye un cuerpo de análisis básico para el estudio de las sociedades en las que fueron elaborados. Contienen valiosa información técnica y un complejo sistema de significación ideológica. A medida que nos retrotraemos en el tiempo, su existencia o conservación depende en gran medida del soporte y de los materiales en los que fueron grabados. Podemos decir de la mayoría de ejemplares que se conservan que son valiosas excepciones.

Sin embargo, la información que tenemos sobre los mapas es superior a la que nos proporcionan los mapas mismos, con independencia de que éstos perduren o no. Este plus es el que hemos querido ordenar para épocas en las que los testimonios escritos sobre la existencia y el uso de mapas son más escasos, y por lo tanto más valiosos. Obviamente el recorrido está determinado por la propia existencia de dichos testimonios. Es histórico, en la medida en que la escritura marca la historia, y llega hasta el siglo II y la obra de Claudio Ptolomeo, de la que los mapas son un componente básico transmitido ya a la posteridad en soportes habituales, el papel y el pergamino.

El Atlas o conjunto de mapas que acompaña a la Geografía de Ptolomeo constituye ya un capítulo mayor de la historia de la cartografía, diferenciándose claramente de nuestra colecta de testimonios escritos. Por eso nuestro trabajo lo hemos titulado "Un capítulo menor de la historia de la cartografía"; pero ello no significa que no pueda seguir creciendo. Otras muchas lecturas, atentas al tema aquí planteado, darán como resultado muchos más testimonios y un conocimiento más amplio y profundo de esta etapa, por muchas razones heroicas, de la historia de la cartografía, que de momento sólo hemos esbozado.

## Notas

(1) Véanse los Volúmenes 1, 2.2. y 2.3 de la obra *The History of Cartography*, sobre la cartografía en la Prehistoria y en las sociedades tradicionales.

(2) C. Lévi-Strauss, 1994, *Tristes trópicos*, p. 389.

(3) Ch. Desroches Noblecourt, 1998, *Ramsés II. La verdad histórica*, p. 83.

(4) C. Labouette, 1994, *Memorias de Ramsés el Grande*, pp. 16-17.

(5) *Ibídem*, p. 180.

(6) *Ibídem*, p. 58.

(7) Es el denominado "mapa babilónico", custodiado en el British Museum de Londres, y ampliamente reproducido en Atlas, Enciclopedias y libros de Historia y Geografía

- (8) C. Laboutte, 1994, *Memorias de Ramsés el Grande*, p. 187.
- (9) P. R. Hardie, 1985, "Imagomundi: cosmological and ideological aspects of the shield of Achilles", p. 11.
- (10) Esquilo, 2004, *Los siete contra Tebas*, 386-390 y 398-399.
- (11) *Ibídem*, 401-403.
- (12) Eurípides, 2004, *Electra*, 452-470.
- (13) Homero, 2000, *Ilíada*, XVIII, 483-485.
- (14) *Ibídem*, II, 278.
- (15) *Ibídem*, XVIII, 607-609.
- (16) Herodoto, 1987, *Los nueve libros de la Historia*, II, 53.
- (17) Homero, 2000, *Ilíada*, Introducción de Emilio Crespo Güemes, p. XXVIII.
- (18) Véase a propósito el estudio de José Vara Donado, 1972, "Contribución al conocimiento del 'Escudo' de Heracles: Hesíodo, autor del poema", pp. 315-365.
- (19) Hesíodo, 1983, *Obras y fragmentos...Escudo*. Introducción, p. 170.
- (20) *Ibídem*, *Escudo*, 314-316.
- (21) Hesíodo, 1995, *La Teogonía*, 337-370.
- (22) B. Vuyenne, 1970, *Historia de la idea europea*, p. 17.
- (23) Hesíodo, 1983, *Obras y fragmentos...Trabajos y días*, 168-170.
- (24) *Ibídem*, 618-694.
- (25) Estrabón, 1991, *Geografía*, I, 1, 11.
- (26) Diógenes Laercio, 1973, *Vidas, opiniones y sentencias de los filósofos más ilustres*, "Anaximandro", p. 1165.
- (27) *Los filósofos presocráticos*, I, 1978, "Anaximandro", p. 120.
- (28) *Relatos de viajes en la literatura griega antigua*, 1996, pp. 37 y ss.
- (29) Sobre estas reconstrucciones, puede verse *Die wiedergeburt der Antike und die Auffindung Ameritas. 2000 Jahre wegbereitung einer entdeckung bildkatalog zur ausstellung*, 1992, *Mapa de Anaximandro*, pp. 10-11, y *Mapa de Hecateo*, pp. 12-13.
- (30) Véase sobre Hecateo y su geografía descriptiva, P. Pedech, 1976, *La géographie des grecs*, pp. 39-48.
- (31) Herodoto, 1987, *Los nueve libros de la Historia*, V, 49.
- (32) *Ibídem*, V, 55.
- (33) *Los filósofos presocráticos*, II, 1979, "Anaxágoras de Clazómenas", p. 308.
- (34) A. J. Domínguez Monedero, 2001, *Solón de Atenas*, pp. 86-88.
- (35) Aristófanes, 1995, *Las nubes*, 180-220.
- (36) Platón, 1971, *Alcibíades, o la naturaleza del hombre*, pp. 16-17 y 104.
- (37) *Ibídem*, p. 28.
- (38) Plutarco, 1973, *Vidas paralelas*, "Alcibíades y Coroliano", p. 233.
- (39) Claudio Eliano, 2006, *Historias curiosas*, III, 28.
- (40) Platón, 1985, *Diálogos...*, "Fedón, o del alma", p. 92.
- (41) Herodoto, 1987, *Los nueve libros de la Historia*, III, 135-136.
- (42) *Ibídem*, I, 29-30.
- (43) *Ibídem*, II, 127.
- (44) J. Lacarrière, 1973, *Herodoto y el descubrimiento de la Tierra*, p. 21.
- (45) Herodoto, 1987, *Los nueve libros...*, III, 106, 107, y 114.
- (46) *Ibídem*, III, 115.
- (47) Diógenes Laercio, 1973, *Vidas, opiniones y sentencias de los filósofos más ilustres*, "Teofrasto", p. 1242.
- (48) Diógenes Laertius, 2000, *Lives of eminent philosophers*, Vol. I, "Theophrastus", p. 505.
- (49) P. Pedech, 1976, *La géographie des grecs*, p. 97.
- (50) M. Vivien de Saint-Martin, 1878, *Historia de la Geografía y de los descubrimientos geográficos*, I, p.229.
- (51) Estrabon, 1991, *Geografía*, II, 4, 2-3.
- (52) Aristóteles, 1990, *Metafísica*, pp. 115-116.
- (53) Textualmente Aristóteles dice: "todos los matemáticos que intentan calcular el tamaño de la circunferencia de la tierra dicen que son cuarenta miriadas de estadios" (Aristóteles, 1996, *Acerca del cielo*, p. 162.).
- (54) P. Pedech, 1976, *La géographie des grecs*, p. 97.
- (55) De la medida del Cilene por Dicearco nos da cuenta Gemino en su *Introducción a los fenómenos* (1993, XVII, 5). Para el resto, M. Vivien de Saint-Martin, 1878, I, *Historia de la Geografía...*, pp. 228-229, y P. Pedech, 1976, *La géographie...*, p. 99.
- (56) Estrabon, 1991, *Geografía*, II, 5, 14.
- (57) P. Pedech, 1976, *La géographie...*, p. 98.
- (58) M. Vivien de Saint-Martin, 1878, *Historia de la Geografía...*, pp. 229-230.
- (59) Según testimonio del propio Estrabón (*Geografía*, I, 3, 17 y II, 3, 5).
- (60) Sobre la vida y obra de Eratóstenes puede consultarse el Capítulo IV de la *Historia de la Filología Clásica*, de Rudolf Pfeiffer (1981, I, pp. 277-308). Reconstruye la figura del Eratóstenes "filólogo", pero reconociendo que fue la geografía su principal empresa intelectual.
- (61) Estrabón, 1991, *Geografía*, II, 1, 2.
- (62) *Ibídem*, II, 1, 1.
- (63) *Ibídem*, II, 1, 22.
- (64) *Ibídem*, II, 1, 41.
- (65) *Ibídem*, II, 1, 39.
- (66) *Ibídem*, II, 5, 10.
- (67) M.C. Muller, 1849, *Fragmenta historiorum graecorum*, III, "Posidonii Apamensis fragmenta", pp. 245-296.
- (68) Estrabón, 1991, *Geografía*, II, 2, 7.
- (69) P. Pedech, 1976, *La géographie...*, p. 140.
- (70) El trabajo básico para el conocimiento de este mapa es de naturaleza papirográfica: Claudio Gallazi und Bärbel Kramer, 1998, "Artemidor im Zeichensaal. Eine papyrusrolle mit text, landkarte und skizzenbüchern aus späthellenistischer zeit", *Archiv für Papyrusforschung*, 44, 2, 1998, pp. 189-208. Una divulgación de su contenido y de su significado cartográfico puede verse en Marco Merola y Marco Ansaloni, 2005, "Historia de un papiro", *Nacional Geographic España*, Vol. Junio, pp. 25-38.
- (71) Estrabón, 1991, *Geografía*, II, 5, 1.
- (72) *Ibídem*, II, 5, 16.
- (73) Tito Livio, 1994, *Historia de Roma desde su fundación*, Libros XLI-XLV, XLI, 28, 8-10.
- (74) M. T. Varro, 1979, *On Agriculture*, I, 2, 1.
- (75) M. L. Vitruvio, 1995, *Los diez libros de Arquitectura*, VIII, 2.
- (76) *Geógrafos latinos menores*, 2002, "Cosmografía de Pseudo Ético", p. 188.
- (77) *Ibídem*, pp. 188-189.
- (78) C. Plinio Segundo, 1999, *Historia Natural*, Libro Tercero, Capítulo II.
- (79) Véase sobre estos hechos la Introducción de Alfonso García-Toraño Martínez a la edición de los "Fragmentos relativos a la Corografía de M. V. Agripa", en *Geógrafos latinos menores*, 2002, pp. 87-88, y O. A. W. Dilke, 1985, *Greek and roman maps*, p. 42.
- (80) Estrabón, 1991, *Geografía*, II, 5, 17.
- (81) Según la Introducción citada de Alfonso García-Toraño, pp. 92-94.
- (82) Estrabón, 2001, *Geografía*, V-VI. Por ejemplo en V, 2, 7; V, 2, 8; VI, 2, 1; VI, 2, 11 y VI, 3, 10.
- (83) C. Plinio, 1999, *Historia Natural*, Libro Tercero, Capítulo II.
- (84) Véase la Introducción de Alfonso García-Toraño citada, p. 100, nota 4.
- (85) Recopilados en *Geógrafos latinos menores*, 2002.
- (86) F. Vegecio Renato, 2006, *Compendio de técnica militar*, Libro Tercero, VI (4).
- (87) J. M. Roldán Hervás, 1975, *Itineraria Hispana*, p. 19.
- (88) Todos ellos estudiados por J. M. Roldán en *Itineraria His-*

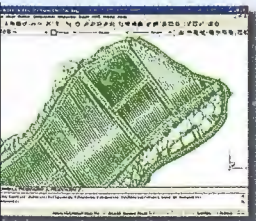
# TCP-MDT

Modelo Digital del Terreno  
Compatible con Autocad 2009  
y Bricscad versión 8



Nueva versión 5.2

levantamientos proyectos replanteos carreteras urbanizaciones  
canteras topografía construcción urbanismo ingeniería



## INTELLI-MDT

Modelo digital del terreno  
Autocad incluido



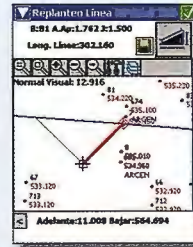
## ORTO-3D

Visualización 3D a  
partir de ortofotos  
y MDT's



## TCP-GPS

Replanteo y toma  
de datos con GPS



## TCP-ET

Replanteo y toma  
de datos con  
estación total



## TCP-TUNEL

Replanteo y toma  
de datos de túnel

# aplitop

Aplicaciones de  
Topografía e Ingeniería Civil

Una solución para cada necesidad  
[www.aplitop.com](http://www.aplitop.com)

C/Sumatra nº9, 29190 - Málaga Tlf: 952 43 97 71 - Fax: 952 43 13 71

[www.aplitop.com](http://www.aplitop.com)

[aplitop@aplitop.com](mailto:aplitop@aplitop.com)

pana.

(89) Este es el subtítulo de la edición publicada por Luciano Bosio en 1983 (L. Bosio, 1983, *La Tabula Peutingeriana...*). También J. M. Roldán, en su *Itineraria Hispana*, incluye un estudio crítico sobre la *Tábula Peutingeriana*, cronología, autor, contenido y relaciones textuales (pp. 106-110).

(90) Modelo basado en el uso de la groma o cruz del agrimensor, mediante la cual se establece sobre el terreno los puntos cardinales y los dos ejes básicos del campamento o de la centuriación, o de los dos a la vez. Véase, a propósito, M<sup>a</sup>. J. Castillo Pascual, 1996, *Espacio en orden. El modelo gromático-romano de ordenación del territorio*.

### Bibliografía

ARISTÓFANES, 1995, *Las nubes*. Lisístrata. Dinero. Introducción, traducción y notas de Elsa García Novo. Madrid, Alianza Editorial.

ARISTÓTELES, 1990, *Metafísica*. Edición trilingüe de V. García Yebra. Madrid, Editorial Gredos.

ARISTÓTELES, 1996, *Acerca del cielo*. Meteorológicos. Introducción, traducción y notas de Miguel Candel. Madrid, Editorial Gredos.

BOSIO, Luciano, 1983, *La Tabula Peutingeriana*. Una descrizione pittorica del mondo antico. Rimini, Maggioli Editore.

CASTILLO PASCUAL, M<sup>a</sup>. José, 1996, *Espacio en orden. El modelo gromático-romano de ordenación del territorio*. La Rioja, Universidad de La Rioja.

CLAUDIO ELIANO, 2006, *Historias curiosas*. Introducción y notas de J. M. Cortés Copete. Madrid, Editorial Gredos.

*Cosmografía de Pseudo Ético*, en *Geógrafos latinos menores*, 2002. Introducción, traducción y notas de Alfonso García-Torano Martínez. Madrid, Editorial Gredos, pp. 187-218.

DESROCHES NOBLECOURT, Christine, 1998, *Ramsés II. La verdadera historia*. Barcelona, Ediciones Destino.

*Die Wiedergeburt der Antike und die Auffindung Ameritas*. 2000 Jahre wegbereitung einer entdeckung. Bildkatalog zur Ausstellung. Hamburg, 1992.

DILKE, O. A. W., 1985, *Greek and roman maps*. London, Thames and Hudson.

DIÓGENES LAERCIO, 1973, *Vidas, opiniones y sentencias de los filósofos más ilustres*, "Anaximandro", p. 1165, "Teofrasto", pp. 1239-1243, en *Biógrafos griegos*. Madrid, Aguilar.

DIOGENES LAERTIUS, 2000, *Lives of eminent philosophers*, Vol. I, "Theophrastus", pp. 483-509. Translated by R. D. Hicks. London, Harvard University Press.

DOMINGUEZ MONEDERO, A. J., 2001, *Solón de Atenas*. Barcelona, Crítica.

ESQUILO, 2004, *Los siete contra Tebas*, en *Esquilo, Sófocles, Eurípides*, Obras completas. Madrid, Ediciones Cátedra.

ESTRABÓN, 1991, *Geografía*, I y II. Introducción y notas de J. García Blanco y J. L. García Ramón. Madrid, Editorial Gredos.

ESTRABÓN, 2001, *Geografía*, V-VII. Introducción y notas de J. Vela Tejada y J. Gracia Artal. Madrid, Editorial Gredos.

EURÍPIDES, 2004, *Electra*, en *Esquilo, Sófocles, Eurípides*, Obras completas. Madrid, Ediciones Cátedra.

*Fragmentos relativos a la Corografía de M. Vipsanio Agripa*, en *Geógrafos latinos menores*, 2002. Introducción de Alfonso García-Torano Martínez. Madrid, Editorial Gredos, pp. 99-110.

GALLAZI, Claudio und KRAMER, Bärbel, 1998, "Artemidor im Zeichensaal. Eine papyrusrolle mit text, landkarte und skizzen büchern aus späthellenistischer zeit", *Archiv für Papyrusforschung*, 44, 2, pp. 189-208.

GEMINO, 1993, *Introducción a los fenómenos*. Introducción, traducción y notas de Esteban Calderón Dorda. Madrid, Editorial Gredos.

HARDIE, P. R., 1985. "Imago mundi: cosmological and ideological aspects of the shield of Achilles", *The Journal of Hellenic Studies*, CV, pp. 11-31.

HARLEY, J. B. and WOODWARD, D. (eds.), *The History of Cartography*, Vols. 1, 2.2., 2.3. Chicago, University of Chicago Press, 1987, 1994, 1998, respectivamente.

HERODOTO, 1987, *Los nueve libros de la Historia*. Barcelona, Ediciones Orbis.

HESÍODO, 1983, *Obras y fragmentos: Teogonía, Trabajos y días, Escudo, Fragmentos, Certámenes*. Introducción, traducción y notas de Aurelio Pérez Jiménez y Alfonso Martínez Díez. Madrid, Editorial Gredos.

HESÍODO, 1995, *La Teogonía*. Barcelona, Edicomunicación S.A.

HOMERO, 2000, *Ilíada*. Introducción, traducción y notas de Emilio Crespo Güemes. Madrid, Editorial Gredos.

LABOUILLE, Claire, 1994, *Memorias de Ramsés el Grande*. Barcelona, Crítica.

LACARRIÈRE, Jacques, 1973, *Herodoto y el descubrimiento de la Tierra*. Madrid, Espasa-Calpe.

LEVI-STRAUSS, Claude, 1994, *Tristes trópicos*. Barcelona, Círculo de Lectores.

*Los filósofos presocráticos I*, 1978. Madrid, Editorial Gredos, "Anaximandro", pp. 82-129.

*Los filósofos presocráticos II*, 1979. Madrid, Editorial Gredos, "Anaxágoras de Clazomenas", pp. 297-402.

MEROLA, Marco y ANSALONI, Marco, 2005, "Historia de un papiro", *National Geographic España*, Junio, pp. 25-38.

MULLER, M. C., 1849, *Fragmenta historicorum graecorum*, III, "Posidonii Apamensis Fragmenta". Paris, Didot, pp. 245-296.

PÉDECH, P., 1976, *La géographie des grecs*. Paris, Presses Universitaires de France.

PFEIFFER, Rudolf, 1981, *Historia de la filología clásica*, I. Versión española de Justo Vicuña y M<sup>a</sup>. Rosa Lafuente. Madrid, Editorial Gredos.

PLATÓN, 1971, *Alcibíades, o la naturaleza del hombre*. Buenos Aires, Aguilar Argentina.

PLATÓN, 1985, *Diálogos: Fedón, o del alma*. Barcelona, Editorial Iberia.

PLINIO SEGUNDO, Cayo, 1999, *Historia Natural*. Traducida y anotada por el Doctor Francisco Hernández y por Jerónimo de Huerta. Madrid, Visor Libros y Universidad Nacional de México.

PLUTARCO, 1973, *Vidas paralelas*, "Alcibíades y Coroliano", en *Biógrafos griegos*. Madrid, Aguilar Ediciones, pp. 225-270.

*Relatos de viajes en la literatura griega antigua*. Edición de Luis A. García Moreno y F. Javier Gómez Espelósín. Madrid, Alianza Editorial.

ROLDÁN HERVÁS, J. M., 1975, *Itineraria Hispana*. Fuentes antiguas para el estudio de las vías romanas en la Península Ibérica. Universidades de Valladolid y Granada.

TITO LIVIO, 1994, *Historia de Roma desde su fundación*. Libros XLI-XLV. Traducción y notas de José Antonio Villar Vida. Madrid, Editorial Gredos.

VARA DONADO, José, 1972, "Contribución al conocimiento del 'Escudo' de Heracles: Hesfodo, autor del poema", *Cuadernos de Filología Clásica*, IV, pp. 315-365.

VARRO, Marcus Terentius, 1979, *On agricultura*, in *Cato & Varro, De re rustica*. Cambridge/London, The Loeb Classical Library.

VEGECIO RENATO, Flavio, 2006, *Compendio de técnica militar*. Edición de David Paniagua Aguilar. Madrid, Ediciones Cátedra.

VITRUVIO, M. L., 1995, *Los diez libros de Arquitectura*. Madrid, Alianza Editorial.

VIVIEN DE SAINT-MARTIN, M., 1878, *Historia de la Geografía y de los descubrimientos geográficos*, I. Sevilla, Imprenta de Salvador Acuña y Comp<sup>a</sup>.

VOYENE, Bernard, 1970, *Historia de la idea europea*. Barcelona, Editorial Labor

# NORMAS PARA AUTORES

## CONTENIDO

Mapping es una revista internacional en lengua española que publica artículos sobre Ciencias de la Tierra con un enfoque tanto investigativo como profesional. Mapping no es una revista especialista sino generalista donde se publican artículos de Topografía, Geodesia, SIG, Medio Ambiente, Teledetección, Cartografía, Catastro, Turismo y Ciencias de la Tierra en general. El amplio campo cubierto por esta publicación permite que en ella el lector, tanto científico como técnico, pueda encontrar los últimos trabajos publicados con las nuevas investigaciones y desarrollos en el campo de las Ciencias de la Tierra en la comunidad hispanohablante.

La revista Mapping invita a los autores de artículos en el campo de las Ciencias de la Tierra a la colaboración mediante el envío de manuscritos para su publicación, según las siguientes normas:

## ESTILO

El artículo será enviado como documento de texto con las siguientes normas de estilo:

- La fuente será "Times New Roman" a tamaño 12.
- Interlineado a doble espacio.
- Sin espaciado adicional al final o al principio de los párrafos.
- Justificación en ambos laterales.
- Títulos de los diferentes apartados y subapartados del artículo ordenados de manera numérica, en mayúsculas y en negrita.
- Tamaño del papel DIN A4.
- Márgenes verticales y laterales de 2,5 cm.
- No se admiten encabezados ni pies de página.

## LONGITUD

La longitud de los artículos no está establecida, recomendándose una extensión en torno a las 10 páginas para el texto con el estilo propuesto.

## SISTEMAS DE UNIDADES

Salvo excepciones que serán evaluadas por el Comité Editorial el sistema de unidades será el Sistema Internacional.

## FORMULAS MATEMÁTICAS

Las fórmulas matemáticas se incluirán en el cuerpo de texto en una línea aparte y con justificación centrada. Las fórmulas se numerarán correlativamente por su orden de aparición con su número entre paréntesis a la derecha.

## TABLAS

Las tablas se incluirán en el artículo cada una de ellas en una hoja aparte a continuación del texto, numeradas en orden de aparición y con su leyenda. En el lugar del texto, en el cual deberán ser insertadas para la maquetación final se incluirá una línea con la palabra "tabla" y su número en mayúsculas, con justificación centrada.

El diseño de las tablas será tal que permita su lectura con maquetación a una columna (8 cm de ancho) y excepcionalmente a 2 columnas (16 cm de ancho).

En ningún caso se admitirán tablas en formato apaisado.

## FIGURAS

Las figuras se incluirán en el artículo cada una de ellas en una hoja aparte a continuación de las tablas, numeradas en orden de aparición y con su leyenda. En el lugar del texto, en el cual deberán ser insertadas para la maquetación final y se incluirá una línea con la palabra "figura" y su

número en mayúsculas, con justificación centrada. El diseño de las figuras será tal que permita su visibilidad con maquetación a una columna (8 cm de ancho) y excepcionalmente a 2 columnas (16 cm de ancho). Se admiten figuras en blanco y negro y color.

## REFERENCIAS

En el cuerpo del texto del artículo las referencias se citarán por el apellido del autor y el año de publicación separados por una coma y entre paréntesis. Las referencias se incluirán al final del texto como un apartado más del mismo y se documentarán de acuerdo al estándar cuyo modelo se incluye a continuación:

### LIBROS

*Apellido 1, inicial del nombre 1., Apellido 2, inicial del nombre 2. (año) Título. Edición. Editorial, ciudad de publicación. Número de páginas pp.*

### REVISTAS

*Apellido 1, inicial del nombre 1., Apellido 2, inicial del nombre 2. (año) Título del artículo. Revista, número (volumen), pp: pagina de inicio-pagina final.*

### DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS

*Apellido 1, inicial del nombre 1., Apellido 2, inicial del nombre 2. (año) Título del documento. Enlace de Internet.*

En todos los casos se incluirán tantos autores como figuren en las referencias.

**No se admitirán artículos sin referencias.**

## FORMATO DEL MANUSCRITO

El documento que será enviado al comité editorial en el siguiente formato:

### HOJA DE PORTADA

En la hoja de portada se incluirán los siguientes datos  
**TÍTULO**

El título del artículo deberá tener menos de 15 palabras y estar escrito en español e inglés.

### AUTORES Y FILIACIÓN

A continuación del título se incluirán los autores en el orden de aparición, sus datos de filiación y contactos en el siguiente formato:

*Apellido, nombre.*

Institución o empresa. Teléfono.

Correo electrónico. País

### ARTÍCULO

El artículo estará formado por el cuerpo del texto, las tablas y figuras. **Irà precedido de su título en mayúsculas, un resumen de 100-200 palabras y palabras claves, todo ello en español e inglés.** El artículo comenzará en una hoja aparte y no contendrá ningún dato de los autores para la revisión anónima del mismo. La estructuración de los artículos es decisión de los autores pero se recomienda la estructura habitual en los artículos en publicaciones científicas.

### ENVIO DE LOS MANUSCRITOS

Los manuscritos serán enviados en formato digital, preferentemente PDF o WORD a la dirección de correo electrónico [manuscritos@mappinginteractivo.com](mailto:manuscritos@mappinginteractivo.com)

# PROTOPO 6.0

## DINAMISMO EN AUTOCAD

TOPOGRAFIA

EDIFICACION

URBANIZACIONES

CANTERAS

CARRETERAS

APLICACIONES AGRICOLAS

MODELOS DIGITALES DEL TERRENO

- Config. Vista. Vistas. Plantas
- Transversales
  - 11800.000 -
  - 11810.000 -
  - 11820.000 -
  - 11830.000 -
  - 11840.000 -
  - 11850.000 -
  - 11860.000 -
  - 11870.000 -
  - 11880.000 -
  - 11890.000 -
  - 11900.000 -
  - 11910.000 -
  - 11920.000 -
  - 11930.000 -
  - 11940.000 -
  - 11950.000 -
  - 11960.000 -
  - 11970.000 -
  - 11980.000 -
  - 11990.000 -
  - 12000.000 -
  - PROYECTO
  - TERRENO
  - VEGETAL
  - BASE
  - SUB-BASE
  - EXPLANACION
  - FIRME
  - Bemas
  - Mobiliario
  - Adornos
  - 11780.000 -
  - 11790.000 -
  - 11800.000 -
  - 11810.000 -
  - 11820.000 -
  - 11830.000 -
  - 11840.000 -
  - 11850.000 -
  - 11860.000 -
  - 11870.000 -
  - 11880.000 -
  - 11890.000 -
  - 11900.000 -



Vértices	Transversales	Dist.	Cota	Pend.	C.Roja	Ver	Código	Capa
0/1207								
1		22.563	11817.000	0.000000		✓	5m ancho	TERRENO
2		28.888	11819.000	0.000000		✓	5m ancho	TERRENO
3		35.213	11821.000	0.000000		✓	5m ancho	VEGETAL
4		41.538	11823.000	0.000000		✓	Talud de desmor	PROYECTO
5		47.863	11825.000	0.000000		✓	5m ancho	VEGETAL
6		54.188	11827.000	0.000000		✓	5m ancho	TERRENO
7		60.513	11829.000	0.000000		✓	5m ancho	VEGETAL

DISPONIBLE PARA AUTOCAD 2007



# LOS MAPAS DE NAPOLEÓN

## 200 años después



Fernando Barranco Molina  
Ingeniero Técnico en Topografía  
Profesor Asociado de la UNIVERSIDAD DE HUELVA  
Dpo de Ingeniería de Diseño y Proyectos

Hace algo más de 30 años tuve un magnífico profesor en mi Escuela de Madrid que hizo que me enamorara de un instrumento topográfico llamado PLANCHETA que ya en aquella época estaba en desuso pero que aún se estudiaba. Hoy me he reencontrado con ella al visitar la Exposición del MUSEO DE LA HISTORIA de Madrid, dedicada a la topografía, los mapas y la cartografía, con motivo del doscientos aniversario de aquel tantas veces recordado año 1.808.

Cogí el AVE hace solo unos días y me fui a la capital a ver como eran los mapas que los cartógrafos de Napoleón hicieron con plancheta.

Don José Luís Ojeda era un profesor tan cuidadoso, metódico y ordenado que me enseñó a amar la Topografía y especialmente recuerdo que las explicaciones sobre la plancheta fueron espectaculares. Todavía recuerdo aquel Teodolito - Taquimetro provisto de una regla graduada montado encima de una mesa de dibujo sobre trípode y que a la vez que se tomaban los datos de campo se iba dibujando el plano e escala:

Napoleón era de los que decían que quien tiene la información tiene el poder y por ello, antes de invadir un lugar, ya él tenía los planos y los mapas de la zona, gracias a su brigada de topógrafos que iban en plan avanzadilla levantando todo el territorio donde se iban a librar las próximas batallas.

Llegué a la calle Fuencarral y nada más entrar, me encontré con la figura de dos topógrafos franceses, midiendo con la plancheta y con la cadena que puede observarse en el suelo debajo del trípode

El "Bureau Topographique de l'armée d'Espagne" lo constituyó Napoleón para la elaboración de toda la Cartografía de este país, aunque lo primero que hicieron fue tratar de conseguir los mapas existentes en España, pero lo que había era muy malo ya que solo existía el Atlas de Tomas López de Vargas que dejaba mucho que desear pues de todos es sabido cual fue el método utilizado para hacer los mapas. De todo menos científico

Los topógrafos franceses no lo tuvieron fácil pues eran apedreados a diario por el pueblo llano. No obstante y a pesar de las adversidades, la cartografía Napoleónica alcanza en algunos casos el grado de obra de arte, especialmente en la zona de Madrid y sus alrededores, como bien puede observarse en estas muestras de plano de población o en la que representa el puerto de Somosierra o el plano de Badajoz que representa el asedio que sufrió desde el exterior.

Los que nos dedicamos en la actualidad a hacer planos, los cartógrafos de hoy, nos quedamos perplejos en muchas ocasiones al ver planos hechos con instrumental de última tecnología y de máxima precisión como son las Estaciones Totales inteligentes, con errores de solo unos milímetros, los sistemas centimétricos de G.P.S., con vuelos fotogramétricos o sistemas LIDAR y compararlos con los que hemos visto en esta exposición, realizados con planchetas, cadenas y brújulas.

Otro ejemplo de esta cartografía de detalle es la que les muestro a continuación donde aparece en "Bosque de Viñuelas" al Norte de Madrid. Esta inmensa finca que yo también tuve la suerte de conocer, pues la cartografié en mis años de aprendizaje junto a mi maestro de maestros, el Ingeniero Técnico Topógrafo y mejor cartógrafo Antonio García Cámara y a mi querida y entrañable amiga y compañera Alicia García Rubio, que juntos además de aprender, disfrutamos de este paraje de inigualable belleza entre ciervos y encinas.

La finca del Bosque de Viñuelas, también conocida como el Castillo de Viñuelas está cargada de historia. Perteneció al Rey Sancho IV de Castilla, luego a Alfonso XI que se lo cedió a su amante Leonor Nuñez de Guzmán, después a Carlos III que hizo muchas reformas, luego a Carlos IV, en el siglo XIX la compró el Duque del Infantado, durante la Guerra Civil de España fue cuartel general de Ejército Republicano y recién terminada la Contienda Civil española fue residencia del Jefe del Estado español General Franco antes de trasladarse definitivamente al El Pardo. Hoy en manos privadas, se utiliza como lugar de celebraciones y convenciones y esperemos que su próximo destino no sea el que todos sospechamos porque sería imperdonable.

El Bosque de Viñuelas debe pasar pronto a ser de titularidad pública, el Ayuntamiento de Madrid u otro organismo debe protegerlo ya que su riqueza cinegética, paisajística y ecológica es única. La extensa dehesa de encinares y los fresnos son su principal motivo por donde corren a sus anchas los venados, las perdices o el jabalí, observados desde el aire por el águila imperial.

Que me gustaría poder volver a ver los croquis de campo de aquel levantamiento en el que también participó el ilustrado cartógrafo, Don Francisco Vázquez Maure que me enseñó todo sobre mapas antiguos pues sus conocimientos en esta materia eran supremos al igual que su ayudante de cátedra Don José Martín López.

Tuve la suerte de contar con ellos en mi formación académica.



Cadena utilizada para medir distancias

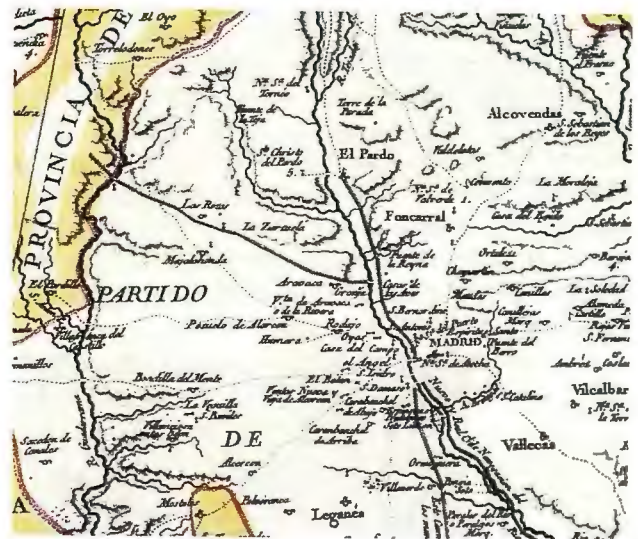
mica y profesional, al igual que otros como Don Fernando Borrego, Don Julián de Castro padre de mi buena amiga Rosario que cada una de sus clases practicas valía por un curso entero o el insigne geómetra Don Jerónimo Callejo y como dejar atrás al notable astrónomo Don Fernando Martín Asín con quien he tenido un trato posterior en diversas ocasiones y conocí su faceta humana que es de una categoría insuperable. Sirvan estas letras como pequeño pero merecido homenaje que les rindo por haberme enseñado a amar esta profesión.



El río Manzanares a su paso por Madrid

Las tropas de Napoleón atravesaron toda España, llegando a ocupar hasta los más lejanos lugares y prueba de ello es el mapa que les muestro a continuación que si bien esta hecho por el Ejercito español, nos enseña precisamente como el General Lacy batió a las tropas francesas que estaban en Moguer (Huelva).

El General Lacy desembarcó en las playas de Huelva y por sorpresa los derrotó. El mapa sin gran valor cartográfico, pero si histórico y testimonial nos muestra los movimientos que siguieron sus tropas desde su llegada a tierra en la playa de Mazagón por donde siguió su división de 3.000 hombres hasta llagar a la desembocadura del Río Tinto y por su orilla aguas arriba continuó hasta llegar a Moguer. Una vez derrotados los franceses, Lacy siguió para la población de Niebla para hacer lo mismo. El militar liberal fue siempre una verdadera pesadilla para las tropas napoleónicas. El Plano geográfico del 1.810 firmado por Don Luis de Saavedra tiene como digo el valor testimonial pero no cartográfico ya que el Ejercito de España no empieza a confeccionar Planos y Mapas con rigor científico hasta el año 1.842 que se crea la Escuela de Estado Mayor.



Alrededores de Madrid Según Tomas López

Recientemente en una visita a la Ciudad de Palma de Mallorca, subí al Castillo de Bellver y estuve en el lugar exacto donde murió fusilado Don Luis Lacy Gautier y pude leer una lapida que allí existe en recuerdo de quien quiso acabar con el absolutismo de Fernando VII. Una lapida que recuerda al libertador de Huelva que siempre luchó por la LIBERTAD.



Soldados midiendo



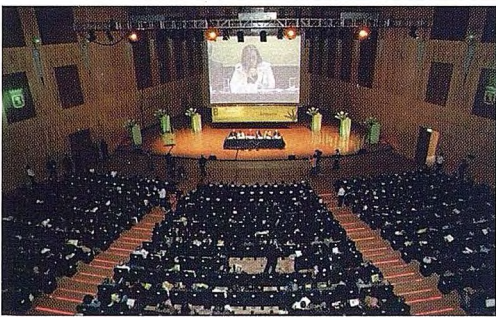
# Noticias Conama

El Congreso Nacional del Medio Ambiente, CONAMA, es un foro que se celebra cada dos años y que tiene como objetivo el intercambio de experiencias para buscar una solución común al desarrollo sostenible. Este año se celebrará su novena edición en el Palacio Municipal de Congresos del Campo de Las Naciones de Madrid, Del 1 al 5 de diciembre de 2008.

El Congreso Nacional del Medio Ambiente nace en 1992 con el afán de debatir acerca de los problemas medioambientales que afectan al planeta, cada edición del CONAMA ha logrado congregarse a expertos de diversas materias para plantear la problemática de la sostenibilidad en España.

Así, la octava edición, realizada en 2006, bautizada como la Cumbre del Desarrollo Sostenible fue todo un éxito de convocatoria que logró reunir a más de 10.000 asistentes. Las cifras son elocuentes y este año, se esperan batir todos los records de público.

La **Fundación CONAMA**, entidad creada para la organización del Congreso, se encarga de la coordinación general del Congreso Nacional del Medio Ambiente y de la toma final de las decisiones, así como la evaluación de las propuestas, metodología de trabajo, normativa y contenidos técnicos e institucionales.



Por su parte, el **Comité Asesor**, compuesto por representantes de las principales instituciones colaboradoras en el congreso (Ministerios, Administraciones autonómicas, regionales y locales, empresas...), plantea propuestas sobre los aspectos de máxima actualidad e interés profesional para incorporar dentro de las actividades previstas.

Los **Comités Técnicos** están estructurados por áreas y actividades y tienen como funciones el definir los contenidos que se tratan en las actividades que forman parte de un área temática. Se componen de personas pertenecientes a las entidades que participan en el CONAMA.

La Fundación CONAMA, ha programado este año más de cien actividades que invitan a la reflexión y al debate, la mayoría de ellas guardan estrecha relación con el ámbito local, por ello, esta edición del CONAMA va a impulsar el

II Encuentro Local, donde representantes de grandes y pequeños municipios contarán su experiencia con la sostenibilidad.

En continua evolución el CONAMA a cada edición consolida su convocatoria incorporando nuevas propuestas: iInternacionalización, el aula para la reflexión, informe de referencia sobre un tema clave, y un espacio destacado. Este año las ONG's serán las principales novedades de la convocatoria.

También estará presente, como no podía ser de otra forma, la voz autorizada de las organizaciones que han hecho de la defensa del medio ambiente su razón de ser: las organizaciones ecologistas.

- Amigos de la Tierra
- SEO/BirdLife
- WWF/Adena
- Ecologistas en Acción
- Greenpeace

Los Colegios y asociaciones profesionales son parte fundamental en la organización del CONAMA 9. Contará con un diverso colectivo procedente de muy diversas áreas implicados con el medio ambiente y el desarrollo sostenible.

El agua, el cambio climático, la movilidad y la conservación de la naturaleza son algunos de los temas que se tratarán en el CONAMA 9, a través de diferentes actividades programadas como debates de actualidad o mesas redondas entre otras.

Otra novedad del CONAMA, es ambientalizar la propia celebración del congreso. Que el congreso en sí sea lo más sostenible posible. El compromiso de los organizadores del CONAMA es hacer de este encuentro un evento sostenible, por lo que todo lo que realicen antes, durante y después se hará con criterios de sostenibilidad y servirá de base para divulgar las buenas prácticas en la organización de eventos.

Para sus organizadores el reto de CONAMA 9 es actuar, en nuestras manos se encuentra la fórmula para que el ser humano no acabe con todos los recursos naturales y evite el deterioro de la Tierra, un lugar que dejará a futuras generaciones.

## NOVEDADES EN EL CONAMA 9

### Presencia internacional

La dimensión global de las cuestiones relacionadas con la sostenibilidad hace cada vez más necesario conocer de primera mano experiencias de otros países y las actuaciones de organismos internacionales. Por ello, el CONAMA 9 contará con la presencia de representantes internacionales.

### Las iniciativas de las ONG

Con una creciente participación en CONAMA, las ONG en general y las asociaciones ecologistas en particular, dispondrán de un espacio propio para presentar sus actuaciones y proponer temas a debate.

### Aula para la reflexión

La sostenibilidad implica un cambio conceptual en la manera de abordar el desarrollo, una verdadera revolución de las ideas. Por ello se ha creado este espacio para la reflexión de la mano de prestigiosos expertos que a través de

conferencias magistrales, tertulias o mesas de debate compartirán el marco teórico que marcará la evolución de nuestra sociedad en un futuro próximo.

#### **Informe CONAMA 2008**

La novena Cumbre se inaugurará con un informe de referencia sobre un tema clave de la sostenibilidad, elaborado durante los meses previos por un grupo de expertos. Este documento servirá de referencia para los debates de una selección de actividades del Congreso y sus propuestas se elevarán a las máximas autoridades de nuestro país.

#### **Un lugar de encuentro virtual: [www.conama9.org](http://www.conama9.org):**

Las nuevas tecnologías permiten la participación en los comités técnicos y grupos de trabajo en sitios webs privados y seguros. Además, la web de CONAMA va a profundizar en la publicación de todos los eventos y convocatorias promovidas por las instituciones que participan en el Congreso, para convertirse en una agenda imprescindible de los eventos sobre sostenibilidad que se programen en nuestro país.

#### **PROGRAMA DE ACTIVIDADES**

La configuración del programa del CONAMA 9 se ha realizado tras la recopilación de todas las propuestas que han llegado a través de la página web y desde diferentes entidades colaboradoras. Este programa se irá complementando con otras actividades como son las aulas de reflexión, las salas dinámicas, organizadas por los patrocinadores y otras actividades que vayan surgiendo durante el desarrollo del Congreso.

El programa se puede consultar según el tipo de actividad a la que pertenecen, es decir si se tratan de:

Grupos de Trabajo (GT)  
Jornadas técnicas (JT)  
Mesas redondas (MR)  
Debates de actualidad (DE)  
Actividades especiales (AE)

#### **Programa por áreas**

De la misma manera el programa de CONAMA 9 también se encuentra disponible ordenado por las áreas temáticas en la que se encuentra dividido el Congreso, estas son:

Territorio y urbanismo  
Infraestructuras y transporte  
Desarrollo rural y conservación de la naturaleza  
Energía y cambio climático  
Agua  
Calidad ambiental  
Economía  
sociedad

#### **Actividades programadas**

El camino hacia un turismo sostenible, las consecuencias ambientales sobre los biocarburantes o la sostenibilidad en los regadíos españoles son algunos de los temas que se tratarán en el CONAMA 9. Estos asuntos, que se prestan a la reflexión y al debate, se encuadran en diferentes actividades, estas son:

#### **Debates de Actualidad:**

Tertulias donde los máximos representantes a nivel institucional debaten sobre los grandes temas del desarrollo sostenible. Los debates son introducidos por un experto y moderados por una figura del mundo de la comunicación.

#### **Mesas Redondas**

Expertos de todos los agentes implicados analizan temas de máximo interés en relación con el desarrollo y su sostenibilidad en un debate en el que puede participar el público asistente.

#### **Jornadas Técnicas**

Sesiones técnicas en las que distintos ponentes presentan sus argumentos y los discuten en un debate. Se dividen en dos partes: la presentación de comunicaciones técnicas y/o experiencias y la mesa redonda con debate.

#### **Grupos de Trapajos**

Constituidos por un grupo de expertos que durante los meses previos a la celebración del CONAMA elaboran un documento acerca de un tema concreto, que presentan en el congreso, donde debaten sus conclusiones.

#### **Salas Dinámicas**

Son actividades organizadas por los patrocinadores que complementan el programa oficial. El contenido de estas propuestas va desde seminarios y debates de máximo nivel técnico a presentaciones institucionales de programas y líneas de actuación.

#### **Comunicaciones técnicas**

Son documentos que presentan investigaciones, trabajos y proyectos técnicos sobre una gran variedad de temas. En formato electrónico (CD) las comunicaciones se entregan a los congresistas, que también tienen la oportunidad de visitar la exposición de paneles que recoge parte de esta documentación.

#### **Sesiones Plenarias**

Se ha dado esta categoría de sesiones plenarias a las actividades institucionales, fundamentalmente inauguración y clausura.

#### **Actividades Especiales**

Concursos, encuestas, encuentros con niños, almuerzos-debate, etc. Bajo el epígrafe de actividades especiales se engloban distintas convocatorias que complementan el programa del Congreso.

#### **Aula para la reflexión**

La sostenibilidad implica un cambio conceptual en la manera de abordar el desarrollo, una verdadera revolución de las ideas. Por ello se crea este espacio para la reflexión de la mano de prestigiosos expertos que a través de conferencias magistrales, tertulias o mesas de debate compartirán con nosotros el marco teórico que marcará la evolución de nuestra sociedad en un futuro próximo.

#### **Exposición**

Este congreso cuenta también con un espacio dedicado a la exposición de stands y de paneles, provenientes de las comunicaciones técnicas, que ofrecen información sobre proyectos presentes o futuros, sirve también como punto de contacto entre los propios expositores.

#### **Comunicaciones técnicas**

Las comunicaciones técnicas son el fruto de las investigaciones que se están llevando a cabo en materia de sostenibilidad en nuestro país y que son realizadas por expertos que participan en el CONAMA, a través de las cuales se pone de manifiesto la situación actual y las medidas a tomar de cara a la conservación y protección del medio en el que vivimos.

## **Tipos de comunicaciones**

- **Comunicación técnica general:** es aquella que sale a la luz una vez es aceptada por parte del Comité Técnico del congreso que evaluará el resumen previo.

- **Comunicación Técnica dirigida a una Jornada Técnica:** trata sobre uno de los temas de las jornadas técnicas y que su autor desea que sea evaluada por el Comité de dicha jornada para estudiar la posibilidad de ser que expuesta oralmente.

- **Panel:** son exposiciones de aquellas comunicaciones aceptadas que decidan presentarse en este formato.

## **Áreas temáticas**

Se aceptarán comunicaciones de carácter científico, técnico o de gestión, sobre cualquier aspecto relativo al desarrollo sostenible. Las comunicaciones tienen que estar relacionadas con las áreas temáticas que se tratan en el CONAMA 9.

- **Agua:** Gestión de los recursos hídricos: ahorro, conservación, sequía y restauración.

- **Territorio y urbanismo:** Planificación y usos de suelo; rehabilitación; urbanismo sostenible; custodia.

- **Desarrollo rural y conservación de la naturaleza:** Legislación, planes y programas de agricultura o espacios naturales, agua, gestión forestal o de naturaleza, espacios protegidos, despoblamiento rural y biodiversidad.

- **Energía y cambio climático:** Política y gestión energética, energías renovables; combustibles, planes y programas de lucha contra el cambio climático; mecanismos de adaptación y mitigación.

- **Calidad ambiental:** Legislación; planes y programas municipales; modelos de gestión; participación ciudadana; residuos urbanos; contaminación.

- **Infraestructuras y transportes:** Movilidad; infraestructuras y sostenibilidad; planificación; tecnologías futuras; transporte de mercancías; alternativas de combustible.

- **Economía:** Economía ambiental; políticas y planes empresariales de sostenibilidad; RSC; memorias de sostenibilidad; legislación; planes y programas relacionados con la sostenibilidad.

- **Sociedad:** Legislación, planes y programas; Industria y Ordenación del Territorio; participación ciudadana; certificación y verificación ambiental; fiscalidad.

## **CONVOCATORIAS ESPECIALES: II ENCUENTRO LOCAL. CIUDADES Y PUEBLOS POR LA SOSTENIBILIDAD**

El reto de este segundo Encuentro Local será dar un paso adelante y superar el debate sobre los modelos de ciudad o territorio deseables, para abordar la forma de llevarlos a cabo a partir de distintas actividades de CONAMA 9 que tendrán como eje las cuestiones de mayor interés para el ámbito local.

Todos los ayuntamientos tanto de grandes ciudades como de pequeños municipios y los entes supramunicipales, diputaciones, cabildos, redes locales, etc... están convocados al debate e intercambio de experiencias y proyectos en el foro de CONAMA 9.

La novedad es que este año se convoca el Premio a la Sostenibilidad Local CONAMA 9, cuyo objetivo es reconocer el esfuerzo que las entidades locales realizan para

poner en prácticas proyectos que fomenten una mayor sostenibilidad en su ámbito territorial.

## **ASISTA AL CONGRESO**

Los interesados en asistir y participar en CONAMA 9, aunque que no estén sujetos a ninguna institución, organización o administración pueden hacerlo a través de diferentes cuotas y cuentan con el derecho de poder presentar una comunicación técnica.

**Cuota de inscripción ordinaria:** 475 •

Esta modalidad da derecho a asistir a todas las actividades que se desarrollen a lo largo de los cinco días de celebración del Congreso, a la presentación de una Comunicación Técnica, y a la obtención de la documentación que edita el Congreso.

**Cuota de inscripción reducida:** 390 •

Esta modalidad da los mismos derechos que la cuota de inscripción ordinaria, para inscripciones antes del 31 de julio de 2008 y las que acrediten su pertenencia a instituciones que colaboran en el Congreso.

**Cuota de inscripción institucional:** 1.200 •

Con esta cuota las instituciones podrán inscribir, por este importe, hasta un máximo de 5 personas. Esta modalidad da los mismos derechos, a cada inscrito, que la cuota de inscripción ordinaria.

**Cuota de inscripción de día:** 120 •

Esta modalidad da derecho a asistir a todas las actividades, que se desarrollen a lo largo del día indicado en el boletín de inscripción, pero no da derecho a la presentación de comunicaciones técnicas, ni a obtener la documentación que edita el Congreso.

**Becas:** 90 •

Habrán un número limitado de becas de la que se podrán beneficiar: desempleados, mayores de 65 años, estudiantes universitarios en sus dos últimos cursos, y recién titulados, que así lo acrediten y justifiquen su interés a través de una solicitud escrita.

## **Grupos de estudiantes**

Existe la posibilidad de organizar asistencia coordinada de grupos de estudiantes que estén cursando los últimos años de la carrera o algún postgrado, a alguna actividad determinada de CONAMA que complemente su formación. Los grupos de estudiantes requieren de un coordinador de la universidad, escuela, etc. que centralice y se haga cargo de las gestiones necesarias para la asistencia de los estudiantes.

## **Palabras del Presidente de Fundación CONAMA**

**D. Gonzalo Echagüe Méndez de Vigo**, nacido en Madrid, es Licenciado en Ciencias Físicas y Diplomado en Medio Ambiente y Sociología. Actualmente es Presidente de la Fundación CONAMA y del Colegio Oficial de Físicos, actividades que compagina como Miembro de la Junta de Gobierno de Unión Profesional y Unión Interprofesional y Presidente de la Comisión de Medio Ambiente de ambas instituciones así como Profesor de la EOI Escuela de Negocios, entre otras.

Define el CONAMA como uno de los encuentros sobre medio ambiente y desarrollo sostenibles más importantes que se celebran en España, más de 10.000 asistentes en la

pasada edición avalan el prestigio de este foro, compuesto por las entidades participantes. El CONAMA toma el pulso a la sociedad y plantea los problemas que más preocupan, con la visión de adaptarse al futuro.

Este evento se diferencia de los demás porque CONAMA hace un llamamiento a todas las sensibilidades ambientales de la sociedad. Lo que es muy fácil decirlo pero muy difícil conseguirlo, estamos hablando a nivel de instituciones desde la Administración Central del Estado, todos los Ministerios, Administraciones Locales, Empresas pequeñas y medianas, Ecologistas, Sindicatos, Asociaciones de Consumidores, Fundaciones, ONG, Colegios Profesionales... Unimos en un mismo espacio a todas estas entidades durante una semana.

CONAMA no es sólo la semana que dura el congreso, la parte previa dura casi un año, donde se reúnen grupos de trabajo y comités técnicos que eligen a los ponentes de las diferentes mesas redondas que se celebran en el congreso, etc. Esto conlleva una organización compleja y democrática que da cabida a todas las entidades que colaboran con nosotros. Trabajamos mucho, después del congreso preparamos las actas, las conclusiones, editamos un libro donde reunimos lo más importante del congreso, preparamos un cd con las ponencias y las participaciones, actualizamos constantemente nuestra página web. Todo esto es el CONAMA. Coordinamos más de 1.800 personas.

Además de todo esto, organizamos dos actividades especiales que se celebran dentro del CONAMA, una de ellas es el Encuentro Local, foro donde se reúnen representantes de entidades locales para poner en común experiencias relacionadas con la sostenibilidad. En la pasada edición de CONAMA tuvimos 320 entidades adheridas.

Otra actividad importante que tiene lugar dentro de CONAMA es el Encuentro Iberoamericano de Medio Ambiente, (EIMA). Este año se celebrará la sexta edición de este encuentro cuya celebración anual se alterna entre España y Sudamérica. Este EIMA 6 persigue la constitución de un Fondo Iberoamericano para la Gestión del Conocimiento para el Desarrollo Sostenible y el apoyo a la creación de nuevos Observatorios en América Latina y a

su organización en red, para el intercambio de información y experiencias, así como la consolidación de líneas de investigación y criterios operativos en materia de Desarrollo Sostenible.

El congreso tiene la filosofía de asumir todos los temas referentes al medio ambiente. Sabemos que lo que hacemos es insuficiente, pero "¿que pasaría si nunca hiciéramos nada?"

Invito a todos a que vengan al CONAMA, todos los asistentes quieren repetir, y muchos ya asumen al CONAMA como algo suyo.

Echagüe nos cuenta que la Fundación CONAMA junto con la Fundación Complutense está elaborando un documento de título muy sugestivo: Cambio global en España 2020. Este documento será un informe formal de un diagnóstico de la situación ambiental y desarrollo sostenible en España.

Sobre el desarrollo sostenible afirma que es inevitable, pero con cumplir el protocolo de Kioto no basta. Éste se trata de un indicador, si no somos capaces de conseguir los objetivos del Protocolo de Kioto es que no somos capaces de ir hacia a metas más ambiciosas.

Sostiene que hay indicadores clarísimos que el cambio climático está afectando la economía del mundo. No hay que hablar solo de cambio climático, hay que hablar de la situación energética del mundo, y ya la estamos sufriendo. Hay que hablar de las economías emergentes como China, Brasil, India...que están cambiando los hábitos de alimentación, lo que conlleva un mayor consumo de materia prima, de agua, petróleo... la población está incrementando y cambiando de hábitos con la globalización.

Hay que experimentar el cambio un modelo de consumo a un modelo de comportamiento. Hay que ver también el deterioro que estamos originando en el medio ambiente. El ser humano es capaz de destrozar en poco tiempo el medio ambiente, Brasil es un ejemplo, en el que el hombre debe ser consciente de preservar las zonas boscosas del pulmón de la tierra. Más que desarrollo sostenible, yo hablaría de un desarrollo inteligente.

Para Echagüe, el desarrollo sostenible dejó hace mucho tiempo de ser una opción y ya es el único camino en el que puede avanzar cualquier sociedad.

## BOLETIN DE SUSCRIPCIÓN

## MAPPING

Deseo suscribirme a la revista MAPPING por 12 números al precio de 11 números.

Precio para España: 60 euros. Precio para Europa: 90 euros

Forma de pago: Talón nominativo o transferencia a nombre de REVISTA MAPPING, S.L.

CAJA MADRID: Pº. de las Delicias, 82 - 28045 MADRID Nº 2038-1732-55-3001376203

Enviar a: REVISTA MAPPING, S.L. - C/Hileras, 4, 2º, Of. 2 - 28013 MADRID.

Nombre ..... NIF ó CIF .....

Empresa ..... Cargo .....

Dirección ..... Teléfono .....

www.inlandgeo.com

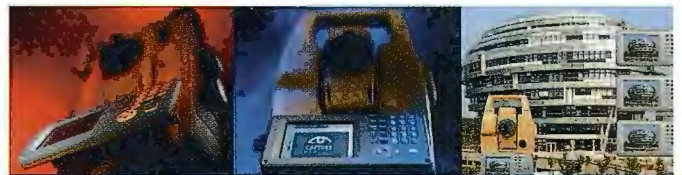
Imparables!



# InlandGEO

Los productos más **innovadores** y el mejor **servicio**

## Topografía



## GPS



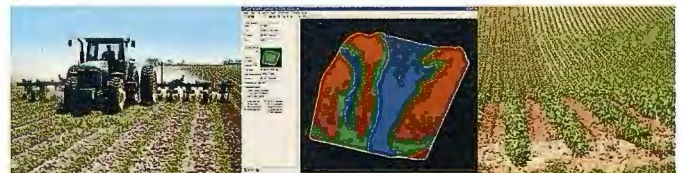
## Construcción



## Control de Maquinaria



## Agricultura



Inland GEO es la empresa española líder en sistemas de posicionamiento y medición de terreno. Ponemos a su disposición las mejores soluciones, siempre a la vanguardia del sector, las mejores ofertas y el mejor servicio de Soporte, Atención al Cliente y Servicio Técnico.



ELIJA LA HERRAMIENTA MÁS AVANZADA  
Y SU TRABAJO SERÁ MÁS FÁCIL

# Laser IMAGER 5006 de Z+F



- Intuitivo
- Sin cables
- Muy fácil de manejar
- En venta o alquiler



Avda Filipinas 46. Madrid 28003 Teléfono  
915537207

[grafinta@grafinta.com](mailto:grafinta@grafinta.com)